

HISTOIRE ABRÉGÉE

DE

L'ASTRONOMIE

PAR

ERNEST LEBON,

Agrégé de l'Université,
Professeur de Géométrie descriptive en Mathématiques spéciales
et de Mathématiques au Lycée Charlemagne.

AVEC 16 PORTRAITS.

> L'Astronomie, considérée dans son ensemble, est le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence.
>
> LAPLACE.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

1899

HISTOIRE ABRÉGÉE

DE

L'ASTRONOMIE.

6361. — PARIS, IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
55, quai des Grands-Augustins, 55.



Cliché Eug. Pirou

H. FAYE

HISTOIRE ABRÉGÉE

PARIS.

HISTOIRE ABRÉGÉE

DE

L'ASTRONOMIE

PAR

ERNEST LEBON,
Agrégé de l'Université.
Professeur de Géométrie descriptive en Mathématiques spéciales
et de Mathématiques au Lycée Charlemagne.

AVEC 16 PORTRAITS.

> L'Astronomie, considérée dans son ensemble, est le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence.
>
> LAPLACE.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

1899



PRÉFACE

Cet Ouvrage est le résultat des recherches que nous avons faites, depuis 1891, dans un grand nombre d'écrits sur l'Astronomie et son histoire, en vue de rédiger pour notre cours les « Notions sur l'histoire de l'Astronomie » dont l'étude est prescrite par le programme de Cosmographie de l'Enseignement secondaire moderne.

Dans un journal destiné à cet Enseignement, nous en avons publié, pendant plusieurs années, des résumés partiels; mais il nous a semblé qu'il y avait intérêt à fondre ensemble et nos articles imprimés et nos notes manuscrites, afin d'en former un exposé

plus complet des grandes découvertes et des travaux importants en Astronomie, avec une courte biographie des principaux astronomes qui sont morts. Pour rendre cet exposé plus instructif, nous le faisons suivre d'un Dictionnaire contenant des indications biographiques et bibliographiques sur les auteurs des travaux exposés dans le Livre.

Nous avons cru nécessaire de donner à la Mécanique céleste un développement en rapport avec l'importance qu'elle a prise avec et depuis Laplace; aussi, les travaux des géomètres et des analystes qui en ont fait l'objet de leur étude se trouvent exposés dans ce Volume d'une manière assez étendue pour montrer leur talent, en laissant de côté les détails qui n'intéressent que les mathématiciens.

L'histoire succincte des utiles opérations de la Géodésie et de la recherche des lois complexes de la Météorologie ne devait pas non plus être oubliée.

C'est pour nous un devoir, que nous remplissons volontiers, de remercier ici toutes les personnes, tant en France qu'à l'Étranger, qui ont bien voulu nous fournir des renseignements dont la recherche était

difficile et minutieuse, ou qui ont relu les épreuves de notre travail. Nous remercions également notre éditeur pour les soins tout particuliers qu'il a fait apporter à l'exécution typographique de cet Ouvrage, afin d'en rendre la lecture plus facile.

Ce Livre, qui traite d'un sujet toujours digne d'exciter l'attention et la curiosité et dont l'aspect est rendu attrayant par seize portraits, s'adresse aux personnes de plus en plus nombreuses qui s'intéressent aux progrès des Sciences.

E. L.

Paris, le 15 Juin 1899.

HISTOIRE ABRÉGÉE
DE
L'ASTRONOMIE.

> L'histoire d'une science n'est pas celle de tous les auteurs qui en ont écrit, mais seulement de ceux qui ont contribué par leurs travaux à en reculer les bornes.
>
> MONTUCLA.

Nous divisons l'Histoire de l'Astronomie en trois périodes.

La *Période ancienne* se termine au milieu du XVIe siècle; elle est caractérisée par des observations qui deviennent de plus en plus nombreuses et importantes chez tous les peuples, par les hypothèses élevées de deux philosophes, Pythagore et Platon, sur la constitution de l'Univers, par les découvertes d'Hipparque, et surtout par l'explication que donne Ptolémée des mouvements célestes.

La *Période moderne* s'étend du milieu du XVIe siècle au milieu du XIXe siècle; elle se distingue par l'adoption de l'hypothèse rationnelle de Copernic pour expliquer les mouvements des planètes; par les énoncés, dus aux longues et patientes recherches de Képler, des lois de ces mouvements autour du Soleil; par les découvertes inattendues que fit Galilée en regardant le premier les astres avec la lunette qu'il avait construite; par la découverte capitale, due au génie de Newton, de la loi de l'attraction universelle; par les nouvelles méthodes mathématiques de Lagrange

et de Laplace, qui ont permis d'établir les premières théories des mouvements des astres du système solaire; par le perfectionnement toujours croissant des télescopes qui a permis à Herschel de découvrir une planète plus éloignée que Saturne.

La *Période contemporaine* comprend la dernière moitié du XIXe siècle; elle se fait remarquer par la précision avec laquelle la Mécanique céleste arrive, grâce aux savantes recherches de mathématiciens, dont les plus éminents furent Le Verrier, Adams, Tisserand, à prédire pour des époques très reculées, presque sans erreur, les positions que doivent occuper dans le Ciel le Soleil, la Lune et les planètes, et surtout par l'application que des astronomes, en grand nombre, ont su faire des inventions nouvelles dans les sciences physiques à l'étude de la constitution du Soleil et des étoiles.

Nous avons exposé sobrement les observations faites pendant la Période ancienne, en tenant compte des résultats des recherches les plus récentes; avec plus d'étendue les nombreux travaux de la Période moderne, et assez amplement, pensons-nous, les découvertes de l'Astronomie physique et les recherches de l'Astronomie mathématique pendant la Période contemporaine.

PÉRIODE ANCIENNE.

PREMIERES OBSERVATIONS.

Origine de l'Astronomie.

Les premiers hommes eurent besoin, pour les travaux de l'agriculture, de distinguer les saisons et de déterminer l'époque de leur retour; ils ne tardèrent pas à remarquer que la régularité des mouvements des corps célestes leur permettait de satisfaire à ces deux nécessités : ils furent donc conduits à noter leurs observations relatives aux phénomènes célestes et à en rechercher les causes. Ainsi se constitua, à l'origine de tous les peuples, la science nommée *Astronomie;* mais, jusque vers la fin du XVIIe siècle, elle fut liée à l'Astrologie.

Astronomie en Chaldée.

Le premier monument astronomique est dû aux Chaldéens : c'est l'observation, en 720 et 719 avant J.-C., de trois éclipses de Lune, dont Ptolémée fit usage dans sa théorie de la Lune.

Les Chaldéens connaissaient le gnomon.

Ils avaient remarqué que le Soleil et la Lune se meuvent dans une zone du Ciel, le zodiaque.

Bérose est le seul astronome chaldéen dont parle l'histoire.

Les anciens employaient pour prédire les éclipses la période des Chaldéens, ou le *Saros*, qui se compose de 18 ans 11 jours et comprend 223 lunaisons.

Astronomie en Égypte.

Les Égyptiens observèrent un grand nombre d'éclipses de Lune et de Soleil et en donnèrent les causes.

Ils avaient divisé leur année civile en 365 jours; chaque année était formée de 12 mois ayant chacun 30 jours et de 5 jours complémentaires.

Ils ont observé avec soin la position des solstices dans les signes du zodiaque.

Comme les faces des Pyramides d'Égypte correspondent exactement aux quatre points cardinaux, on est porté à penser que les Égyptiens savaient déterminer la méridienne avec précision.

A l'époque de la construction des Pyramides d'Égypte (vers 4230 av. J.-C.), l'étoile polaire était α du Dragon.

Astronomie en Phénicie.

On croit que ce sont les Phéniciens qui ont signalé les constellations de la Grande Ourse d'abord, et de la Petite Ourse ensuite, comme étant propres à désigner le Nord aux navigateurs.

Astronomie en Grèce.

Les Grecs allèrent étudier l'Astronomie chez les Chaldéens et surtout chez les Égyptiens. Mais ils avaient des idées qui éton-

nent à présent : ainsi ils pensaient que le Soleil n'est pas plus grand que le Péloponèse. Selon Hérodote, les Chaldéens leur enseignèrent l'usage du gnomon.

THALÈS.

Né vers 640 av. J.-C.

Le premier astronome de la Grèce fut Thalès, né à Milet, fondateur de l'*École Ionienne*. En revenant de son voyage en Égypte, il enseigna à ses compatriotes ce que les prêtres de ce pays lui avaient appris : la sphéricité de la Terre, l'obliquité de l'écliptique, la cause des éclipses.

L'éclipse de Soleil que Thalès prédit aux Lydiens eut lieu à l'époque qu'il avait fixée; Airy a déterminé que ce fut le 28 mai de l'an 585 avant J.-C.

Thalès a aussi étudié la marche du Soleil entre les tropiques, mesuré le diamètre apparent de cet astre, divisé le Ciel en constellations, et indiqué, d'après les Phéniciens, l'usage de la Petite Ourse.

Les philosophes de l'École Ionienne enseignaient que les astres résultent de la condensation progressive d'une matière très légère, qui remplissait l'espace à l'origine.

Ils mettaient la Terre au centre du Monde et faisaient tourner les astres autour d'elle, en supposant chaque astre attaché à une sphère mobile et transparente, dite *sphère de cristal.*

Le successeur de Thalès à la tête de l'École Ionienne, son

disciple Anaximandre (610-547 av. J.-C.), né à Milet, éleva à Lacédémone un gnomon pour observer aux solstices la hauteur maxima et la hauteur minima du Soleil au-dessus de l'horizon.

PYTHAGORE.

Né vers 583 av. J.-C.

Un autre disciple de Thalès, Pythagore, né à Samos, alla étudier en Égypte, selon le conseil de son maître. Après avoir été initié par les prêtres égyptiens à leurs mystères, il revint dans sa patrie; mais il fut obligé de s'exiler et alla fonder à Tarente, en Italie, l'*École Pythagoricienne* où, selon l'heureuse expression de Montucla, « toutes les connaissances qui peuvent contribuer à perfectionner l'esprit et le cœur furent cultivées avec zèle ».

Pythagore enseignait la sphéricité de la Terre et du Soleil, l'obliquité de l'écliptique, la cause des éclipses.

Il reconnut, a écrit Diogène Laerce, que l'étoile du soir et l'étoile du matin forment un seul astre, la planète Vénus.

Les pythagoriciens expliquaient que la Terre et le Soleil sont sphériques, que les planètes et les comètes tournent autour du Soleil, que la Lune est un corps semblable à la Terre, que les étoiles sont des soleils qui éclairent des astres habités. L'un d'eux, Démocrite (né vers 470 av. J.-C.), a émis l'idée que la Voie Lactée est formée d'un amas d'étoiles très éloignées de nous.

Pythagore eut le premier l'idée de supposer que la Terre tourne autour d'un axe passant par son centre et autour du Soleil; mais cette idée fut attribuée à Philolaüs (né vers 450 av. J.-C.), l'un de ses disciples, parce qu'il fit connaître publiquement cette opinion, tenue jusque-là cachée dans l'École Pythagoricienne.

Cycle de Méton.

Parmi les astronomes de la Grèce, signalons Méton et Eucté-mon. Ils se rendirent célèbres en proposant, pour rétablir un ordre convenable dans les Fêtes grecques, un cycle, qui porte le nom de *Cycle de Méton* et qui est fondé sur ce que, au bout de 19 années comprenant 235 lunaisons, les nouvelles Lunes reviennent, à peu près, aux mêmes dates de l'année. Ces fêtes étaient réglées d'après le premier jour de l'année, et ce jour était celui de la nouvelle Lune qui suit immédiatement le solstice d'été. Mais, à cause de l'insuffisance des connaissances astronomiques, l'époque du retour de ce jour n'était pas bien déterminée, et il s'ensuivait une confusion dans la célébration des Fêtes grecques. La Table résultant du nouveau cycle, exposée d'abord à Athènes par Méton, fut adoptée par presque toutes les villes et colonies grecques et inscrite en lettres d'or sur les monuments publics; de là vient le nom de *nombre d'or* donné au nombre qui, dans ce cycle, marque le rang de l'année.

L'usage du Cycle de Méton commença le 16 juillet de l'an 463 avant J.-C., le 19e jour après le solstice d'été.

PLATON.

427 — 347 av. J.-C.

Bien que Platon, né dans l'île d'Égine, appelé *divin* par les Grecs, eût adopté, sur la fin de sa vie, les idées pythagoriciennes relativement au système de l'Univers, ses disciples ne marchèrent pas dans cette voie.

Les astronomes de l'*École Platonicienne* rendirent un grand service en notant de nombreuses observations célestes qui, plus tard, servirent à Hipparque et à Ptolémée.

Le plus célèbre astronome de cette École, Eudoxe (409-356 av. J.-C.), de Cnide, compta l'année de 365 jours 6 heures et inventa, croit-on, le cadran solaire horizontal.

Fondation de l'École d'Alexandrie.

Jusqu'ici, on ne trouve, à côté d'observations astronomiques isolées, que des conjectures controversées. A partir de la fondation de l'*École d'Alexandrie,* en 331 avant J.-C., l'Astronomie prend un caractère vraiment scientifique, dû à l'usage d'instruments et à la comparaison d'observations répétées.

Aristarque, né à Samos, qui vivait au IIIe siècle avant J.-C., se distingua par une exactitude dans les méthodes d'observation, par une solidité de raisons dans les théories, de beaucoup supérieures à celles de ses devanciers.

Il chercha par une méthode ingénieuse le rapport des distances du Soleil et de la Lune à la Terre. En mesurant les diamètres apparents du Soleil et de la Lune, il trouva des nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux que l'Astronomie moderne a déterminés.

En outre, Aristarque exposa d'une manière remarquable la théorie du mouvement de la Terre autour du Soleil; il pensait que les planètes tournent aussi autour du Soleil.

ÉRATOSTHÈNE.

276 — 194 av. J.-C.

Ératosthène, né à Cyrène, successeur d'Aristarque, fit construire, pour le placer dans le portique de l'École d'Alexandrie, un appareil, nommé *armillaire,* qui servit alors et dans la suite à faire des observations astronomiques.

Il a déterminé l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur.

Ayant remarqué que, le jour du solstice d'été, un puits de Syène était éclairé jusqu'au fond, Ératosthène évalua la distance zénithale du Soleil ce même jour à Alexandrie, et en déduisit la valeur de l'angle compris entre les zéniths de ces deux villes; au moyen de cet élément et de la distance de Syène à Alexandrie, il parvint à fixer la longueur de la circonférence terrestre, par une méthode à la fois astronomique et géométrique.

HIPPARQUE.

Né vers 150 av. J.-C.

> Quand on réunit tout ce qu'il a inventé ou perfectionné, et qu'on songe au nombre de ses ouvrages, à la quantité de calculs qu'ils supposent, on trouve dans Hipparque un des hommes les plus étonnants de l'Antiquité et le plus grand de tous dans les sciences qui ne sont pas purement spéculatives.
>
> DELAMBRE.

Hipparque, né à Nicée, en Bithynie, est un des fondateurs de la science astronomique, par la généralité de ses vues, l'exacti-

tude de ses méthodes, la répétition et la liaison dans les observations.

Il mesura la durée des révolutions de la Lune, l'excentricité de son orbite et l'inclinaison de cette orbite sur l'écliptique, signala les mouvements, qui sont inverses, des lignes des apsides et des nœuds de la Lune.

Il fixa la position de la ligne des apsides et calcula l'excentricité et l'apogée du Soleil.

Hipparque détermina la marche du Soleil avec plus d'exactitude qu'on ne l'avait fait avant lui. Supposant que le Soleil se meut uniformément sur une circonférence dont la Terre n'occupe pas le centre, il parvint à expliquer les inégalités des intervalles entre les équinoxes et les solstices.

Les premières Tables astronomiques prédisant les mouvements du Soleil et de la Lune sont dues à Hipparque.

Pline l'Ancien a écrit qu'une étoile apparue en 125 avant J.-C. donna à Hipparque l'idée de faire un Catalogue, qui comprend 1025 étoiles, et qu'il y joignit beaucoup d'observations sur ces étoiles, afin que la postérité pût se prononcer sur la question du mouvement de la sphère étoilée.

Découverte de la précession des équinoxes.

En comparant ses observations à celles des précédents astronomes, Hipparque trouva que les équinoxes changent lentement de place par rapport aux étoiles; il fit ainsi la découverte de la *précession des équinoxes*. Cette découverte, dont la gloire lui appartient exclusivement, ainsi qu'il résulte des recherches de

T.-H. Martin, a rendu son nom immortel. Il signala cette conséquence du déplacement continu des points équinoxiaux que, dans la suite des siècles, une même constellation n'occupe pas toujours la même place.

Après Hipparque, on doit, en notant toutefois le nom de Sosigène (né vers 80 av. J.-C.), parcourir près de 300 ans avant de trouver un observateur ayant fait faire à l'Astronomie des progrès notables.

SYSTÈME DE PTOLÉMÉE.

—

PTOLÉMÉE.

Né vers 140.

> **Ce système a subsisté pendant quatorze siècles; aujourd'hui même qu'il est entièrement détruit, l'*Almageste*, considéré comme le dépôt des anciennes observations, est un des plus précieux monuments de l'antiquité.**
>
> **LAPLACE.**

Ptolémée, appelé *sublime* et *divin* par ses contemporains, fut en même temps observateur et calculateur.

Disposant d'un plus grand nombre d'observations qu'Hipparque et s'aidant des travaux de ce dernier, Ptolémée put perfectionner les théories de cet astronome et arriver à des conclusions nouvelles, qui révèlent un génie vaste et hardi et qui ont facilité les progrès de l'Astronomie moderne.

Il n'apporta aucune modification à la théorie du Soleil imaginée par Hipparque.

Il a remarqué que la position du pôle avait changé, et il a donné une explication du phénomène de la précession des équinoxes.

La Lune fut l'objet des études très approfondies de Ptolémée; il découvrit une inégalité périodique que I. Boulliaud a nommée

évection; il imagina un système d'excentriques et d'épicycles au moyen duquel il parvint à expliquer, d'une manière compliquée il est vrai, mais satisfaisante, les diverses inégalités que l'on avait observées quand on supposait que la Lune se mouvait uniformément sur une circonférence.

C'est aussi par des systèmes d'excentriques et d'épicycles qu'il expliqua les mouvements directs, les stations et les mouvements rétrogrades des planètes alors connues. De plus, il calcula les dimensions, les orbites, les distances à la Terre des principaux astres, qu'il plaçait dans l'ordre suivant, d'après leurs éloignements croissants de la Terre : la Lune, Mercure, Vénus, le Soleil, Mars, Jupiter et Saturne.

Ces théories de la Lune et des planètes, qui ont remplacé les grossières explications des mouvements des astres au moyen des sphères de cristal, sont fondées sur des observations attentives et des calculs judicieux.

Ptolémée résuma ses travaux et exposa le système précédent du Monde, si célèbre sous le nom de *Système de Ptolémée,* dans un précieux Ouvrage auquel les astronomes de l'École d'Alexandrie décernèrent le titre de Μεγάλης Συντάξεως Βιβλία ιγ', et qui fut plus tard appelé *Almageste* par les Arabes. Cet Ouvrage contient en outre la relation élogieuse des travaux d'Hipparque, le Catalogue d'étoiles de celui-ci, des Tables astronomiques et la description des instruments astronomiques grecs.

Après Ptolémée, l'Astronomie ne fit plus de progrès dans l'École d'Alexandrie.

Astronomie chez les Romains.

C. Sulpicius Gallus prédit l'éclipse de Lune qui eut lieu le 4 septembre de l'an 168 avant J.-C., et il écrivit un Traité sur les éclipses.

Ensuite Jules César, suivant les conseils de Sosigène, établit le *Calendrier Julien* à partir de l'an 45 avant J.-C.

Puis l'empereur Auguste fit élever dans le Champ de Mars un obélisque pour servir de gnomon. On pense que l'astronome Manilius, qui fut chargé des travaux d'érection de cet obélisque, n'est autre que l'auteur du poème latin intitulé *Astronomicon.*

Les Romains adoptèrent le système de Ptolémée. Cependant Capella, qui vivait au v[e] siècle, a écrit dans le *Satyricon,* Ouvrage qui fut longtemps étudié dans les écoles : « Vénus et Mercure, bien qu'ils aient des levers et des couchers chaque jour, n'entourent cependant pas la Terre de leurs cercles, mais ils tournent autour du Soleil en faisant un circuit plus étendu, et placent enfin le centre de leurs cercles dans le Soleil ».

Astronomie chez les Arabes.

Les Arabes prirent la ville d'Alexandrie en l'an 640; leur calife Omar, en faisant brûler la Bibliothèque de cette ville, arrêta les travaux de l'esprit humain.

Mais, dès le milieu du VIII[e] siècle, après avoir étendu sa domination en Orient, ce peuple, encouragé par les califes, s'occupa de recherches astronomiques et de la construction des cadrans

solaires. Il y eut à Bagdad une *École d'Astronomie* où l'on fit, en l'an 988, deux observations de solstices et d'équinoxes.

Al-Mamoun, calife de Bagdad, qui protégea et récompensa les savants, fit traduire en 827 l'Œuvre de Ptolémée sous le nom d'*Almageste*, déterminer l'obliquité de l'écliptique au moyen d'un grand instrument, et mesurer un degré du méridien terrestre dans une vaste plaine de la Mésopotamie, pour vérifier la longueur que Ptolémée en avait donnée.

ALBATENIUS.

Mort en 929.

Parmi les astronomes arabes, le plus célèbre est Albatenius, qui avait son Observatoire à Racca. Il adopta le système de Ptolémée, en le rectifiant sur plusieurs points. Ses travaux, exposés dans son Ouvrage, la *Table Sabéenne*, sont nombreux et remarquables : il réduisit l'excentricité de l'orbite circulaire du Soleil; constata le déplacement du périgée de cet astre, ce qui est une véritable découverte, car aucun astronome n'en avait encore parlé; détermina avec soin l'obliquité de l'écliptique; mesura la durée de l'année tropique; perfectionna la théorie de la Lune et celle des planètes; corrigea heureusement les Tables astronomiques de Ptolémée.

Astronomie en Europe.

A partir du xe siècle, les travaux astronomiques sont repris avec ardeur en Europe.

L'un des plus laborieux astronomes de l'Espagne fut Arzachel, de Tolède, qui a publié au XIIe siècle un écrit sur les éclipses et des Tables astronomiques.

Le roi de Castille Alphonse X organisa, près de Tolède, un Observatoire où il logea des astronomes chrétiens, juifs, arabes, se livra lui-même aux observations astronomiques, et fit paraître de 1248 à 1252 les *Tables Alphonsines,* qui donnent les mouvements des astres d'une manière plus exacte que les Tables antérieures. Notons qu'Alphonse X était choqué par la complication du système de Ptolémée.

En Italie, Toscanelli (1397-1482) inventa le gnomon moderne en faisant pratiquer, dans le haut du dôme de la cathédrale de Florence, une ouverture circulaire qui donnait une image grande et nette du Soleil sur la ligne méridienne tracée sur le pavé.

Toscanelli, né à Florence, fut médecin dans cette ville.

En Allemagne, à partir du XVe siècle, les grandes découvertes astronomiques modernes sont préparées, d'abord par le sagace observateur Purbach (1423-1461), qui rectifia les instruments anciens et en imagina de nouveaux; ensuite par le savant J. Muller (1436-1476), plus connu sous le nom de Regiomontanus, qui donna de bonnes traductions latines des Ouvrages des astronomes grecs.

Purbach, né à Peuerbach, près de Lintz, fut professeur d'Astronomie à Vienne, après avoir étudié les sciences en Italie. Il eut pour successeur J. Muller, né à Königsberg, qui avait été son

élève cès 1453, et qui s'établit à Nuremberg en 1471. Ces deux astronomes ont traduit en latin l'Œuvre de Ptolémée, avec le titre *Epitome in Ptolemæi magnam Compositionem.*

Astronomie en Perse.

L'astronome Omar-Al-Kheyyan (mort en 1122), qui avait un Observatoire à Merv, apporta au Calendrier persan, établi un peu avant l'invasion musulmane, une importante modification en intercalant 8 années bissextiles en 33 ans.

Deux siècles plus tard, le prince Houlagou-Il-Khan fit construire un Observatoire à Maragha, près de Tauris. Nassir-Eddin (1201-1274), qui en fut le premier directeur, composa une théorie du mouvement des astres et, a écrit Chardin, calcula les *Tables Ilkhaniennes*, où sont consignées ses observations astronomiques et celles de ses devanciers.

Enfin le prince Oulough-Beg dressa des Tables du Soleil et des planètes; il évalua la précession des équinoxes, après avoir observé à Samarcande le changement de position du pôle, et il mesura en 1437 l'obliquité de l'écliptique.

Astronomie en Chine.

D'après Pauthier, le premier cycle historique de la Chine commence en 2637 avant J.-C. L'empereur Yao, en 2357 avant J.-C., ordonna à ses ministres Hi et Ho de suivre exactement et avec attention les règles pour la supputation de tous les mouvements du Soleil, de la Lune et des autres astres, de respecter le

Ciel suprême et de faire connaître au peuple les temps et les saisons.

I-Hang, religieux bouddhiste, fut un savant astronome chinois. Au VIIIe siècle, l'empereur Hiuen-Tsong, de la dynastie des Tang, chargea I-Hang d'une réforme du Calendrier. Celui-ci y travailla sans relâche de 721 à 727 et mourut au moment où il venait d'achever son œuvre.

Il convient aussi de citer sa mesure de la Terre.

Le plus célèbre observateur chinois fut Co-Chéou-King, né dans le Pé-Tché-Li, au XIIIe siècle; il a fait pendant 70 ans des travaux d'Astronomie et inauguré dans cette science une ère nouvelle en Chine; il fixa le premier méridien à Pékin; il fit construire divers instruments astronomiques, et notamment un gnomon très élevé pour observer la diminution de l'obliquité de l'écliptique. Beaucoup de ces instruments existent encore, mais tous ses Ouvrages ne sont pas parvenus jusqu'à nous.

PÉRIODE MODERNE.

SYSTÈME DE COPERNIC.

COPERNIC.

19 février 1473 — 24 mai 1543.

> C'est le propre de la vérité de s'affermir par la succession des temps et des découvertes nouvelles.
>
> J. Sniadecki

Nicolas Copernic est né à Thorn lorsque cette ville était sous la domination des rois de Pologne. Son père était boulanger à Cracovie et sa mère était sœur de l'évêque de Warmie. Après avoir étudié les écrits de Regiomontanus et suivi à Bologne les leçons d'Astronomie de Maria Novara, il fut choisi en 1500 pour professer les mathématiques à Rome; mais au bout d'un an il retourna dans sa patrie et se fit prêtre en 1502. Il fut nommé en 1510 chanoine à Frauenburg, où il fit aussitôt construire un Observatoire et où il resta jusqu'à sa mort, causée subitement par un flux de sang.

De même qu'Alphonse X, Copernic trouvait que le système de Ptolémée est trop compliqué. En outre, il était frappé par le manque de symétrie de ce système, par la faiblesse des raisons

[illegible]

[illegible]

[illegible]



N. COPERNIC
1473-1543

données en faveur du mouvement de tous les astres autour de la Terre immobile, par l'inconcevable vitesse que la sphère céleste devait avoir pour tourner autour de son axe en 24 heures. Il consulte les Ouvrages des philosophes anciens. Dans Cicéron, il trouve qu'Hicetas, de Syracuse, pythagoricien antérieur à Philolaüs, croyait que la Terre seule est en mouvement dans l'Univers, qu'elle tourne sur son axe. Il lit dans le *Satyricon* de Capella que Vénus et Mercure tournent autour du Soleil. Alors Copernic s'aperçoit qu'en admettant la rotation de la Terre et des planètes autour du Soleil les mouvements directs et rétrogrades des planètes ne sont que des apparences résultant de la combinaison des mouvements de la Terre et des planètes. Remarquant que Mars, Jupiter et Saturne ont leur plus grande dimension à l'époque de leurs oppositions, il pense que la Terre n'est pas le centre de leurs mouvements, et, en les faisant tourner autour du Soleil, il trouve que leurs changements de grandeur sont une conséquence de cette rotation.

Des méditations et des observations qu'il fit pendant 36 ans, Copernic conclut que les phénomènes célestes s'expliquent facilement et avec symétrie en supposant que le Soleil est fixe au centre de l'Univers, que les planètes tournent autour du Soleil d'Occident en Orient, ces planètes étant rangées dans l'ordre suivant par rapport à leurs distances croissantes au Soleil : Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter et Saturne; enfin que la Lune est un satellite de la Terre et qu'elle tourne autour d'elle aussi d'Occident en Orient. Ainsi il rend compte d'une manière simple des phénomènes célestes, et d'une façon satisfaisante de la diversité des saisons et de l'inégalité des jours. Il conclut du déplacement des points équinoxiaux que l'axe de la Terre ne



N. COPERNIC
1473-1543



N. COPERNIC
1473-1543

reste pas parallèle à lui-même, et qu'à la fin de l'année sa position n'est pas celle qu'il avait au commencement. Il explique la précession des équinoxes par un mouvement des pôles de la Terre autour des pôles de l'écliptique, mais sans donner la raison même de la précession.

Copernic eut de longues hésitations au sujet de la publication de son Ouvrage, intitulé *De Revolutionibus orbium cœlestium.* Il ne reçut que quelques heures avant sa mort le premier exemplaire de cette Œuvre, imprimée à Nuremberg, par les soins de son disciple Rheticus. Dans la dédicace qu'il fit de son Livre au pape Paul III, Copernic, en présentant son système du Monde comme une hypothèse, expose qu'il le publie à la sollicitation de ses amis, afin de n'être pas accusé de fuir le jugement des personnes éclairées, et espère que l'autorité du pape le garantira des attaques de ses ennemis.

Le *Système de Copernic,* que Rheticus soutint dès 1540, non plus comme une hypothèse, mais en l'affirmant, eut d'abord peu de partisans, beaucoup de détracteurs, et ne fut universellement adopté qu'un siècle après la mort du profond penseur qui l'avait proposé. Les savants accueillirent les idées de Copernic avec enthousiasme, mais la foule des ignorants les traita d'absurdes rêveries; elles furent même exposées par des comédiens à la risée publique.

Laissant de côté les noms de quelques excellents observateurs, en exceptant toutefois celui du landgrave de Hesse-Cassel Guillaume IV, qui fit bâtir à Cassel un Observatoire en 1561

et le pourvut de bons instruments avec lesquels il travailla, nous sommes amené à parler du réformateur de l'Astronomie pratique.

TYCHO BRAHÉ.

14 décembre 1546 — 13 octobre 1601.

Tycho Brahé, né à Knudstrup, en Scanie, manifesta de bonne heure un vif goût pour les études astronomiques; ce goût fut contrarié par sa famille, qui était noble et traitait ces études de frivoles. Cependant, il ne les abandonna pas, les cultivant en cachette. Sa première observation fut celle de la nouvelle étoile qui, signalée en novembre 1572 dans la constellation de Cassiopée, disparut au bout de 18 mois; il a décrit la grandeur, la couleur, les variations d'éclat et la position de cette étoile qu'il suppose engendrée par la substance éthérée de la Voie Lactée.

En 1576, le roi de Danemark Frédéric II plaçait Tycho Brahé à la tête de l'Observatoire, nommé *Uranibourg*, qu'il créait dans l'île d'Hven; mais la haine des envieux fut victorieuse, après la mort de ce généreux prince, en 1597 : on défendit à l'astronome de se servir de ses instruments et on le persécuta à tel point qu'il dut quitter sa patrie et se retirer à Prague, où l'appelait l'empereur Rodolphe II. Dans cette ville, il travailla sans relâche avec Képler, jusqu'au jour où il mourut subitement.

Tycho Brahé, qui a fait construire des instruments astronomiques plus grands et plus justes que ceux qui existaient, collectionna pendant 30 ans un grand nombre d'observations célestes. Elles lui permirent de perfectionner la théorie des planètes et d'améliorer celle de la Lune, grâce à ses deux découvertes,

l'*équation annuelle* et la *variation*. A. Sédillot a soutenu que les Arabes avaient connu cette dernière inégalité; mais il résulte de cet article : *La Théorie de la Lune d'Aboul-Wefâ,* publié en 1871 par M. J. Bertrand dans le *Journal des Savants,* qu'ils ne l'ont pas employée.

Jusque-là, les péripatéticiens, suivant l'assertion de leur maître Aristote, considéraient les comètes comme étant de simples météores situés entre la Terre et la Lune : Tycho Brahé, après avoir observé la comète de 1577, fut amené à supposer qu'elle décrivait une courbe régulière autour du Soleil et calcula les premiers éléments de son mouvement.

Tycho Brahé a le premier construit une Table des réfractions astronomiques; mais il pensait que les réfractions ne se manifestent que depuis l'horizon jusqu'à une hauteur de 45°.

Il a dressé un Catalogue de 1005 étoiles, où la position de ces astres est, par l'emploi de l'ascension droite et de la déclinaison, plus exactement déterminée que par les procédés des anciens.

Tycho Brahé proposa un troisième système du Monde, qui consiste d'abord à considérer la Terre comme immobile au centre de l'Univers et à faire mouvoir autour d'elle la Lune et le Soleil; puis à faire tourner autour du Soleil Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne; enfin à supposer que ces planètes sont entraînées par le Soleil dans son mouvement autour de la Terre. Le *Système de Tycho Brahé,* bien qu'il rende compte des apparences célestes, n'a pas été adopté, parce qu'il a paru contraire aux lois de la nature et qu'il était en désaccord avec les observations relatives à la distance du Soleil à la Terre.

[illegible] et de [illegible] Bré[illegible]
[illegible] les, par un [illegible]
[illegible] Ou-
[illegible] rotation de la Terre

[illegible]

[illegible] Taylor

[illegible]



KÉPLER
1571-1630

obligé d'aller à la diète de Ratisbonne pour solliciter le payement des arrérages de sa pension, et il mourut dans cette ville, par suite des fatigues du voyage.

L'observation d'une opposition de Mars amena Képler à étudier le mouvement de cette planète; après avoir remarqué que celle-ci ne se meut pas sur un cercle excentrique au Soleil, après avoir cherché pendant longtemps si elle ne se mouvait pas sur une certaine ovale, Képler a l'idée de prendre pour son orbite une ellipse ayant le Soleil à l'un de ses foyers, et il reconnaît que Mars suit l'ellipse qu'il a déterminée, et que les aires des secteurs limités par un arc d'ellipse et par deux rayons vecteurs sont proportionnelles aux temps que Mars emploie à parcourir ces arcs. Il vérifie qu'il en est de même pour les autres planètes, et il établit ainsi la loi de la forme des orbites des planètes et une des lois de leur mouvement.

Ce n'est qu'après 17 ans de méditations, de comparaisons, de calculs qu'il parvient à découvrir, le 15 mai 1618, cette autre loi du mouvement des planètes : les carrés des temps des révolutions des planètes sont proportionnels aux cubes des grands axes de leurs orbites.

Képler est le premier qui ait indiqué l'attraction que la Lune exerce sur la Terre comme la cause du flux et du reflux de la mer, et pensé que les irrégularités du mouvement de la Lune proviennent de ce que le Soleil et la Terre l'attirent.

Il rechercha la cause des lois du mouvement des planètes, et les idées qu'il émit sur la gravité conduisirent Newton à la découverte de la loi de l'attraction universelle.

On peut donc considérer Képler comme le législateur de l'Astronomie.

Il pensait que le centre seul du Soleil est le foyer de sa chaleur et de sa lumière.

Dans son écrit *De Stella nova in pede Serpentarii*, il suppose que l'étoile vue de 1604 à 1606 a été formée par la matière éthérée qui remplit tout l'espace.

Selon les habitudes des savants dans le siècle où il vivait, Képler cherchait, pour expliquer un phénomène, des analogies fondées sur les lois des intervalles musicaux et sur les polyèdres réguliers; il avait une imagination ardente et exaltée; ses connaissances étaient variées et profondes. Mais il pratiquait l'Astrologie; ainsi son Ouvrage *De Cometis Libelli tres* (1619-1620) contient, après des théorèmes sur les comètes de 1607 et de 1618, la physiologie et les significations de ces comètes.

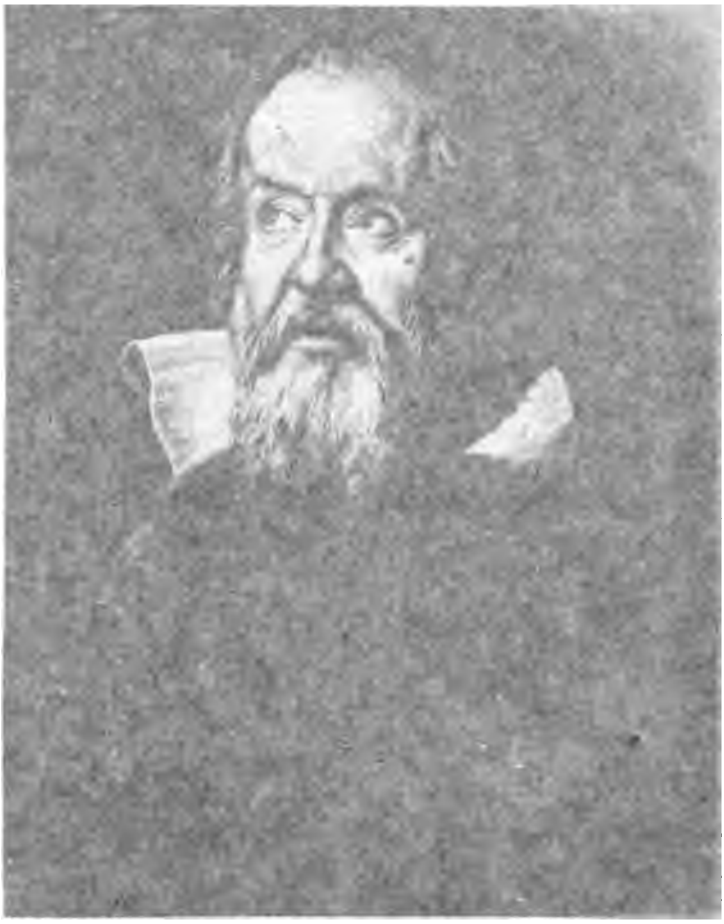
On lui doit beaucoup de publications, dont les principales sont: *Astronomia nova* (1609), contenant ses deux premières lois; *Harmonice Mundi* (1619), renfermant sa troisième loi; *Tabulæ Rudolphinæ* (1627), établies d'après ses lois, ainsi nommées en l'honneur de son protecteur Rodolphe II.

GALILÉE.

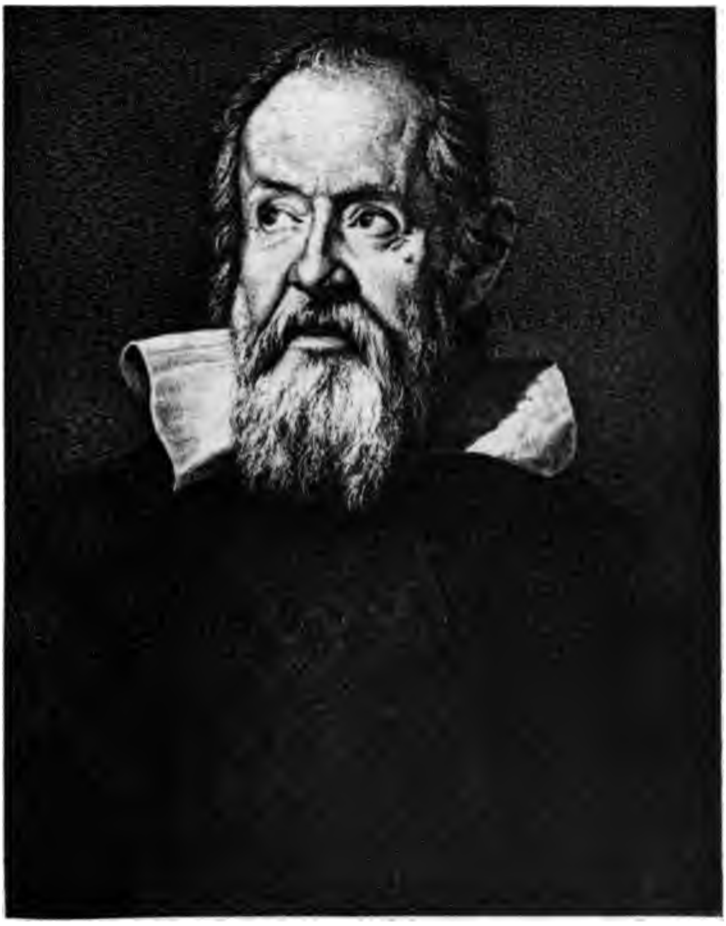
15 février 1564 — 8 janvier 1642.

> La méthode expérimentale établie sur des bases immuables : voilà le plus grand parmi les titres de Galilée à la reconnaissance de la postérité.
>
> A. Favaro.

Galilée conquit les droits à l'admiration des hommes par de grandes découvertes, et à leur sympathie, parce qu'il fut injustement persécuté.



GALILÉE
1564-1642



GALILÉE
1564-1642

Galilée est né à Pise. Son père, noble mais sans fortune, s'opposa d'abord à la vocation de son fils pour les mathématiques, parce qu'il ne voyait pas une occupation profitable comme résultat de l'étude de ces sciences, et lui fit suivre des cours de médecine. Mais Galilée les abandonna bien vite pour se livrer avec ardeur à l'étude de la philosophie et des mathématiques, où il fit des progrès si remarquables que, dès l'âge de 25 ans, il mérita d'être nommé par le grand-duc de Toscane Ferdinand Ier professeur de mathématiques à l'Athénée de Pise. Pendant qu'il étudiait dans cette ville, il avait trouvé en 1583 que la durée de l'oscillation du pendule est indépendante de l'amplitude. Après avoir découvert les lois de la chute des graves et avoir fait de 1590 à 1591, pour les démontrer, des expériences publiques en contradiction avec les doctrines d'Aristote, Galilée fut attaqué par les péripatéticiens, qui parvinrent à le forcer à quitter Pise en 1592. Il se retira à Padoue où il était appelé par sa réputation, et il professa dans cette ville jusqu'en 1610. Comme ses belles découvertes l'avaient rendu très célèbre, le grand-duc de Toscane Cosme II l'appela à Florence et lui conféra le titre de premier mathématicien de l'Université de Pise, en l'attachant à sa personne en qualité de premier mathématicien et premier philosophe, avec une pension de 1000 écus par an, et sans l'obligation de professer. Étant allé l'année suivante à Rome, Galilée y fut accueilli avec de grands honneurs et inscrit au nombre des membres de l'Académie des *Lincei,* fondée en 1603 par le prince Cesi. Il habita ensuite Florence ou les alentours de cette ville et mourut à Arcetri.

En juillet 1609, Galilée, se trouvant à Venise, apprend qu'en Hollande on avait présenté au prince Maurice une lunette faisant

paraître proches les objets éloignés; il étudie la cause de ce fait, et parvient à construire une *lunette astronomique,* qu'aussitôt il emploie à étudier le Ciel. Dix mois après, dans le *Sidereus Nuntius,* il fait connaître ses nombreuses découvertes célestes.

Sa première découverte est celle de montagnes et de cratères circulaires dans la Lune, et il parvient même à mesurer géométriquement la hauteur de ces montagnes.

Ensuite il s'aperçoit que la Voie Lactée est formée d'une quantité innombrable d'étoiles.

Puis il constate que le Soleil a des *taches* mobiles, dont il décrit le cours. La gloire de la première observation des taches du Soleil revient à Galilée, d'après la plupart de ses historiographes; mais Arago attribue cette gloire à J. Fabricius. La découverte des taches du Soleil détruisit la croyance ancienne à l'incorruptibilité des Cieux et à l'élément, dit *sidéral,* constituant les astres. Du mouvement des taches du Soleil, il conclut que cet astre tourne en 25 jours environ d'Occident en Orient autour d'un axe passant par son centre. La recherche du temps de cette rotation a été faite d'abord par Scheiner, puis par Castelli.

Le 7 janvier 1610, Galilée découvre trois satellites de Jupiter et le 14 un quatrième; quelque temps après, ayant trouvé les périodes de leur marche, il signale les avantages que la géographie, la navigation et l'optique peuvent retirer de la connaissance des époques des éclipses de ces satellites. Examinant Vénus, il voit le phénomène, deviné par Castelli, des phases que présente cette planète, comme la Lune, et il en conclut, ce qu'il pensait déjà, que Vénus tourne autour du Soleil. Il est amené à croire que Mercure a aussi des phases, mais la trop faible distance de cette planète au Soleil l'empêche de les voir. Au sujet de Mars,

Galilée dit lui-même qu'à l'opposition, cette planète se montre 6 fois plus grande qu'à la conjonction; il s'aperçoit que Saturne est accompagné de deux globes, qui, au bout de quelques mois, disparurent, mais dont il prédit le retour, et qui revinrent en effet, toutefois sous des formes différentes.

Après avoir constaté que la Lune nous présente toujours la même face, Galilée remarque qu'elle est soumise à une oscillation, appelée par lui *libration;* mais la cécité qui l'atteint alors, quatre ans avant sa mort, l'empêche d'étudier ce phénomène.

Ses découvertes sur les planètes lui fournissent les explications, si conformes à la raison et aux lois de la nature, de la rotation de la Terre autour de son axe en un jour et autour du Soleil en un an. Mais son opinion en faveur du système de Copernic, bien qu'appuyée sur des raisonnements irréfutables, est, dès 1616, condamnée par la Congrégation de l'Index qui, en même temps qu'elle suspend l'Ouvrage de Copernic, prohibe tous les écrits soutenant le mouvement de la Terre.

Cependant Galilée, comme tous les génies, après avoir reconnu la vérité, veut la répandre; et il publie en 1632 son Ouvrage intitulé *Dialogo sopra i due massimi Sistemi del Mondo,* où deux défenseurs du système de Copernic et un péripatéticien, partisan de celui de Ptolémée, exposent avec clarté les raisons favorables à leurs idées. Peu de temps après la publication de *lo sfortunato Dialogo* (c'est ainsi que Galilée lui-même le qualifie), son auteur est, à l'instigation de ses ennemis jaloux, appelé à Rome, retenu dans le palais de l'Inquisition et forcé, le 22 juin 1633, de se rétracter en jurant que soutenir que le Soleil est immobile et occupe le centre du Monde et que la Terre n'est point immobile au centre du Monde, ce sont là des doctrines

fausses et hérétiques. On prétend, mais sans preuve, qu'en se relevant il dit à mi-voix : *e pur si muove.*

Nous ne nous ferons pas l'écho de ceux qui assurent que l'on usa ensuite de violence à l'égard de ce vieillard de 69 ans; tout ce que nous avons lu nous porte, au contraire, à penser qu'il fut, après la rétractation, traité avec les plus grands égards; quelques jours après, il fut relégué à Sienne; à la fin de la même année, on l'autorisa à se retirer dans sa villa d'Arcetri, d'où on lui défendit de sortir sans l'autorisation de l'Inquisition. Dans cette villa, d'illustres personnages des principales nations allèrent le visiter. C'est dans cette retraite qu'il put achever son Œuvre capitale, *I Dialoghi delle nuove Scienze,* et qu'il appliqua le pendule aux horloges.

Les services rendus par Galilée à tout ordre de science et à l'humanité ne doivent pas avoir pour seul criterium d'appréciation les vérités qu'il a découvertes, mais aussi les erreurs qu'il a relevées; les conquêtes qu'il a faites, mais aussi les conquêtes très importantes dont il a vu la possibilité.

Pendant que Képler et Galilée fixaient l'admiration par leurs grandes découvertes, deux astronomes se livraient à des travaux plus modestes qui méritent d'être signalés.

Gassendi (1592-1655), fils de paysans des environs de Digne, soutint avec ardeur le système de Copernic et défendit vaillamment Galilée en France. Il observa et décrivit avec enthousiasme le passage de Mercure sur le Soleil, que Képler avait annoncé

en 1629 comme devant se produire le 7 novembre 1631, et qui eut lieu, en effet, le matin de ce jour. Gassendi fut professeur de Philosophie et d'Astronomie au Collège de France.

Riccioli (1598-1671), né à Ferrare, a provoqué des découvertes par des écrits où il donne, avec ordre et clarté, le tableau fidèle des observations, des méthodes, des calculs et des opinions de ses devanciers, sans admettre le système de Copernic, et propose la mesure exacte de la Terre comme base d'une réforme en Astronomie.

Calendrier Gregorien.

C'est pendant cette période de grandes découvertes que se fit la dernière réforme du Calendrier.

L'Église chrétienne, au Concile de Nicée, en 325, avait adopté le Calendrier Julien; mais, ayant à tenir compte des lunaisons pour fixer la fête de Pâques, elle y avait introduit le Cycle de Méton. L'inexactitude des hypothèses admises dans ce Calendrier ne tarda pas à faire donner, pour le retour de l'équinoxe du printemps et pour les nouvelles Lunes, des dates qui ne coïncidaient pas avec les moments où ces phénomènes ont lieu; ainsi, en 1580, on faisait commencer l'équinoxe du printemps le 21 mars, tandis que ce phénomène se produisait réellement le 11 mars. Plusieurs savants, à partir de l'an 700, avaient signalé ces défauts. Mais ce fut seulement au mois de mars 1582 que le pape Grégoire XIII fit adopter un nouveau Calendrier sur un plan proposé par Lilius, médecin à Vérone.

Le *Calendrier Grégorien* fut appliqué en France par Henri III

qui ordonna que le lendemain du dimanche 9 décembre 1582 serait le lundi 20 décembre 1582.

Après Copernic, Képler et Galilée, les astronomes marchèrent hardiment dans la voie du progrès qui venait d'être ouverte. Résumons les travaux de ceux qui se distinguèrent alors le plus.

HEVELIUS.

1611 — 1687.

Johann Hevel, ou Hevelius, s'est fait remarquer par l'exactitude de ses observations astronomiques, faites à Dantzig, où il est né et où il fit bâtir un Observatoire en 1641.

En 1648, il a nommé *Mira Ceti* une étoile variable située au col de la Baleine, découverte en 1596 par D. Fabricius, appelée o par Bayer en 1603. Cette étoile, ordinairement rouge et dans son plein jaune ou orangée, reste invisible 5 mois et va de la 2ᵉ grandeur à la 9ᵉ. I. Boulliaud a fixé en 1667 à 333 jours la période de cette étoile.

Hevelius a publié en 1590 un Catalogue de 1564 étoiles, qui est le dernier établi par des observations faites à l'œil nu, et deux Ouvrages remarquables. Dans le premier, la *Selenographia* (1647), il explique les phases de la Lune, décrit ses taches en détail et avec exactitude, donne une bonne méthode pour la mesure de ses taches, expose une théorie remarquable de la libration de cet astre. Dans le second, intitulé *Cometographia* (1668), il émet l'idée que la trajectoire des comètes est parabolique.

La description que fait Hevelius du passage en 1661 de Mercure sur le Soleil est accompagnée d'une relation du passage de Vénus sur le Soleil; ce passage, observé le 24 novembre 1639 par Horrox, est le premier qui ait été signalé.

PICARD.

1620 — 1682.

Jean Picard, né à La Flèche, fut l'un des membres les plus actifs parmi les 21 premiers de l'Académie royale des Sciences, fondée à Paris en 1666 par Louis XIV, sur la proposition de Colbert. Ayant demandé, dans une séance, de déléguer une Commission à Uranibourg pour en déterminer exactement les coordonnées, Picard fut désigné par ses collègues pour diriger cette opération et partit en 1671. Il reconnut d'abord que la direction assignée par Tycho Brahé à la méridienne de cet Observatoire était inexacte. En exposant sa mesure de la hauteur du pôle à Uranibourg, il signala les déplacements que, depuis une quinzaine d'années, il a remarqués dans la position de l'étoile polaire.

Picard et Auzout, adoptant les idées de Huygens, appliquèrent la lunette au quart de cercle et construisirent le *micromètre à fil*, décrit par Auzout dans son *Traité du Micromètre* (1667).

Picard s'est rendu célèbre en faisant avec soin la mesure de la Terre. On a vu que cette importante opération avait été entreprise en Grèce et en Arabie. Elle le fut en France par Fernel en 1528, en Hollande par Snellius en 1617 qui, le premier, employa la méthode de *triangulation,* et en Angleterre par Norwood de 1633 à 1636. Picard, choisi par l'Académie des Sciences pour effectuer la mesure d'un degré terrestre, adopta la même méthode

que Snellius. Après avoir commencé son travail, en 1669, par la mesure de la base qu'il avait prise, la distance entre Villejuif et Juvisy, et après avoir établi un réseau de triangles entre Amiens et Malvoisine, il parvint en 1670 à déduire, de ses mesures et de ses calculs, le nombre 57060 pour la longueur en toises de l'arc d'un degré de la méridienne de France. La relation de ses travaux est dans son Ouvrage *La Mesure de la Terre* (1671).

Outre Picard, l'Académie des Sciences eut alors pour membres illustres dans l'histoire de l'Astronomie trois savants étrangers, Huygens, Römer et D. Cassini, attirés et retenus à Paris par Louis XIV et Colbert.

HUYGENS.

14 avril 1629 — 8 juillet 1695.

Christian Huygens est né à La Haye, en Hollande. Le goût qu'il montra pour les mathématiques décida son père, qui fut son premier précepteur, à l'envoyer les étudier à Leyde. Après les voyages qu'il avait faits en Europe pour perfectionner son instruction, à peine rentré dans son pays, Huygens, qui est toujours parvenu à construire avec perfection les instruments les plus délicats, fabriqua une grande lunette dont il tailla et polit lui-même les verres.

Avec cette lunette plus puissante que celles qui existaient, il reconnut en 1655 que Saturne est entouré, non de globes, mais d'un *anneau*, et en même temps aperçut un satellite de cette planète; on l'a nommé plus tard *Titan*. Dans son *Systema Saturnium*

(1659), il explique que cet anneau est un corps plat, incliné sur le plan de l'orbite de Saturne, entraîné par cette planète parallèlement à lui-même.

Il a observé en 1659 avec quelque sûreté les taches de Mars, dont le premier dessin a été fait à Naples en 1636 par Fontana.

Les découvertes astronomiques de Huygens et ses travaux en géométrie, en mécanique, en physique, le firent recevoir avec de grands honneurs, de 1660 à 1663, par les savants anglais et français. Il accepta l'invitation que Louis XIV et Colbert lui firent, en lui offrant une forte pension, de se fixer à Paris et de prendre part aux travaux de l'Académie des Sciences. Dans cette ville, pendant l'année 1673, il publia son Ouvrage le plus renommé, ***Horologium oscillatorium,*** dans lequel il donne la théorie de la force centrifuge et celle du pendule, puis propose et explique l'application du pendule aux horloges pour en régulariser le mouvement.

L'Académie des Sciences avait délégué Richer en 1672 à Cayenne, afin d'y observer Mars à l'instant où cette planète serait observée à Paris, pour déduire de ces observations la parallaxe de Mars et par suite la distance de la Terre au Soleil. Mais on trouva un nombre incertain pour cette parallaxe. Ce long et pénible voyage eut cependant un résultat scientifique, car Huygens, d'après ses théories sur la force centrifuge, démontra que la Terre est renflée à l'équateur, en s'appuyant sur cette observation de Richer que le pendule battant la seconde est plus court à Cayenne qu'à Paris.

Contraint à quitter la France par suite de la révocation de l'édit de Nantes, Huygens retourna en 1685 dans sa patrie, où il publia en français son *Traité de la Lumière* (1691).

RÖMER.

1644 — 1710.

Parmi les astronomes d'Uranibourg, Ole Römer, né à Aarhuus, en Danemark, se fit remarquer par sa haute valeur au point que Picard eut l'idée de le faire entrer à l'Académie des Sciences. Römer vint avec Picard à Paris en 1672 et y fut nommé professeur de mathématiques du Dauphin. Mais, rappelé par le roi de Danemark Christian V, il alla en 1681 occuper une chaire de mathématiques à l'Université de Copenhague, avec le titre d'astronome du roi. Il a inventé en 1700 la *lunette méridienne*.

Découverte de la vitesse de la lumière.

Ce fut pendant son séjour à Paris, en 1676, que Römer fit cette grande découverte que la lumière a un mouvement successif et qu'elle met 7 à 8 minutes pour parcourir la distance du Soleil à la Terre. Sa théorie, déduite de ses observations des éclipses des satellites de Jupiter, était contraire aux idées reçues, et il ne parvint à la faire triompher qu'en la défendant énergiquement, car son adversaire était D. Cassini, qui aussi avait eu, mais ensuite abandonné, l'idée du mouvement de la lumière.

D. CASSINI.

8 juin 1625 — 14 septembre 1712.

Jean-Dominique Cassini, né à Perinaldo, dans le comté de Nice, de parents nobles, fit de fortes études littéraires et, après avoir lu un Ouvrage d'Astrologie, il se livra avec goût à l'étude de l'Astronomie. La réputation qu'il acquit bientôt de posséder à

fond cette science lui valut l'honneur d'être nommé en 1650 par le Sénat de Bologne professeur d'Astronomie à l'Université de cette ville, où pendant 18 ans il accomplit de glorieux travaux astronomiques. Colbert, sur le conseil de Picard, demanda au Sénat de Bologne de permettre à Cassini de résider en France, et obtint, non sans difficulté, cette autorisation. Cassini vint se fixer à Paris en 1669, fut alors nommé membre de l'Académie des Sciences et en 1671 logé à l'Observatoire royal qui venait d'être fondé. Son esprit fin et droit lui attira rapidement la faveur de Louis XIV. Pour l'attacher à la France, Colbert lui accorda en 1673 les lettres de grande naturalisation. Cassini fut le savant le plus actif de sa seconde patrie. Il avait perdu la vue depuis quelques années quand il mourut à Paris.

Ayant étudié la marche de la comète de 1652, il pensa que les mouvements de ces corps sont irréguliers seulement en apparence et assujettis aux mêmes lois que les planètes. Grâce à ses recherches approfondies sur les comètes, il parvint à décrire le cours de celle qu'il observa à Rome en 1664. Lorsqu'il habita la France, l'observation de la comète de 1680 lui permit de compléter sa théorie de la marche de ces astres.

Dans l'église de Sainte-Pétronille, à Bologne, Cassini, avec un soin tout particulier, a établi de 1653 à 1655, le plus grand gnomon et tracé la plus longue méridienne qui existaient, et avec lesquels d'autres astronomes ont après lui fait d'utiles découvertes. Ce gnomon et cette méridienne lui ont permis de montrer que le mouvement apparent du Soleil n'est pas uniforme, et de construire en 1662 des Tables du Soleil plus parfaites que celles que l'on avait, car il tint compte des réfractions astronomiques, après avoir reconnu qu'elles se manifestent jusqu'au zénith.

On lui doit la découverte des lois du mouvement de rotation de la Lune autour de son axe; ces lois sont résumées dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* (1666-1699).

Cassini commença en 1665 l'étude approfondie des satellites de Jupiter, puis détermina l'inclinaison du plan de leurs orbites et les périodes de leurs mouvements; mais ce n'est qu'en 1693 qu'il publia de bonnes Tables de ces satellites. Au moyen des ombres portées par les satellites de Jupiter sur cette planète, il découvrit en 1665 que Jupiter tourne autour d'un axe passant par son centre et est aplati aux pôles. Il a constaté une rotation analogue pour Mars en 1666 et pour Vénus en 1667, et il a donné la durée presque exacte de la rotation de Mars. En 1675, il trouva que Saturne est entouré de deux anneaux; de là le nom de *division de Cassini*. Il découvrit que cette planète a quatre satellites autres que Titan, un en 1671, un en 1672 et deux en 1684; il assigna les orbites de tous ces satellites, dont le plus petit a été plus tard nommé *Japet*.

Cassini a proposé en 1679 un *Règlement des Temps par une méthode facile et nouvelle;* cette réforme du Calendrier, qui est la même que celle d'Omar-Al-Kheyyan, est regardée comme plus exacte que la réforme grégorienne.

En 1683, Cassini découvrit et décrivit la *lumière zodiacale*.

La mesure de la méridienne de France fut continuée en 1683 par Cassini vers le Midi et par P. de La Hire vers le Nord; mais leurs travaux furent interrompus par la guerre de 1688. Cassini reprit les opérations en 1700.

SYSTÈME DES TOURBILLONS.

Jusqu'ici, les phénomènes célestes et les lois des mouvements des astres ont été l'objet principal des études des astronomes. La recherche du principe physique de ces mouvements, ébauchée par les philosophes anciens et reprise par Képler, fut continuée par Descartes.

Dans ses *Principia Philosophiæ* (1644), Descartes explique les mouvements des astres dans le système solaire par l'intervention de forces, en supposant que chacun des astres est entouré d'un *tourbillon* de matière subtile qui l'entraîne. Ce système est ingénieux, mais le calcul ne peut pas lui être appliqué; aussi disparut-il quelque temps après la découverte de Newton.

René Descartes (1596-1650), né à La Haye, en Touraine, d'une famille noble, fit de bonnes études, prit la carrière des armes, voyagea en Europe à partir de 1621, et alla s'établir en Hollande en 1629. Sa vie fut très agitée par suite des attaques dont ses opinions furent l'objet. On le persécuta en Hollande à tel point qu'il accepta l'hospitalité que la reine Christine de Suède lui offrait à Stockholm, où il mourut d'une fièvre chaude peu de mois après son arrivée.

Dans son *Traité sur les Météores* (1637), il expose le premier une théorie de l'arc-en-ciel, et dans sa *Dioptrique* (1637), les lois de la réfraction.

LOI DE L'ATTRACTION UNIVERSELLE.

NEWTON.

5 janvier 1643 — 31 mars 1727.

> **Halley put contempler dans leur splendeur première et originale ces belles démonstrations, qui montrent dans l'attraction le ressort si simple de cette machine si composée, je veux dire l'Univers, dont elle explique les mystérieuses complications sans en affaiblir le prodige.**
>
> J. BERTRAND.

Isaac Newton est né à Whoolsthorpe, près de Grantham (Lincolnshire), en Angleterre. Il fit ses études élémentaires au Collège de Grantham et revint à l'âge de 14 ans dans la ferme que dirigeait sa mère; mais il se montra si peu apte aux travaux agricoles et aux affaires commerciales que celle-ci se décida, en 1660, à le placer à l'Université de Cambridge en qualité de serviteur des écoliers. Après avoir appris seul la *Géométrie* de Descartes, l'*Optique* de Képler et l'*Arithmétique des Infinis* de Wallis, il fut admis comme étudiant. En 1669, son professeur Barrow abandonna sa chaire de mathématiques à Newton, qui la conserva jusqu'en 1701. Se consacrant alors aux études scientifiques, Newton s'attira une telle célébrité que, dès 1671, il fut nommé membre de la Société royale que Charles II avait fondée à Londres en 1660. Le jour de sa réception, il excita l'admira-



I. NEWTON
1643-1727

ERSELLE.

[illegible]



I. NEWTON
1643-1727

tion de ses collègues en leur faisant connaître le *télescope* qui porte son nom. Il devint associé de l'Académie des Sciences en 1699, fut nommé membre du Parlement en 1701 et créé Sir en 1705. « Les restes mortels de ce grand homme, a écrit Fourier, furent solennellement déposés parmi les tombes royales à Westminster. »

Dès 1666, Newton avait réfléchi aux questions qui découlent de l'attraction universelle. Les premières idées sur ce phénomène sont anciennes. D'après les pythagoriciens et les platoniciens, le mouvement des planètes est dû à une force de projection et à une force de pesanteur. Les newtoniens David Gregory et Maclaurin reconnaissent que Pythagore enseignait que cette dernière force agit inversement au carré de la distance. Il résulte des écrits de Plutarque et de Képler qu'ils croyaient à une attraction entre les corps de l'Univers. Copernic attribue la rondeur des corps célestes à une attraction entre leurs éléments, et cette idée a été admise par Pascal et de Roberval. Tycho Brahé explique le mouvement des planètes autour du Soleil en admettant qu'une force les attire vers cet astre. Fermat pense aussi que la pesanteur est une attraction entre les corps.

Hooke a écrit en 1674 que tous les corps célestes ont une force qui attire leurs éléments vers leur centre et les retient; que le mouvement rectiligne donné à un corps ne se change et devient courbe que si une force agit sur le corps; que la force attractive sur un corps est d'autant plus grande que ce corps est plus voisin du centre d'attraction; il ajoute qu'il n'a pas vérifié le rapport entre l'augmentation de force et la diminution de distance.

Ce fut Newton qui découvrit de nouveau ce rapport et, grâce aux méthodes de calcul qui lui sont dues, il a démontré l'exis-

tence de ce rapport dans l'Ouvrage que Lagrange a appelé « la plus haute production de l'esprit humain ». L'histoire de cette découverte mérite d'être rapportée en détail, parce qu'elle montre la logique serrée des déductions de Newton.

En l'année 1666, Newton, voyant tomber une pomme dans son jardin, médita sur la pesanteur. En remarquant que l'action de cette force n'est guère moindre au sommet d'une haute montagne qu'au pied, il fut conduit à se demander si elle ne s'étend pas jusqu'à la Lune; en supposant l'existence de ce fait, il en conclut que la pesanteur devait retenir la Lune dans son orbite. Il fut par là conduit à supposer que chaque planète est aussi retenue dans son orbite par une force d'attraction que le Soleil exerce sur elle. En admettant l'existence d'une telle force, et en comparant les périodes de révolution des planètes à leurs distances au Soleil, il reconnut que cette force devait être en raison inverse du carré de la distance. Alors il supposa que la pesanteur exerçait sur la Lune une attraction en raison inverse du carré de la distance de la Terre à la Lune, et calcula si cette attraction suffisait pour retenir la Lune dans son orbite. La valeur du rayon terrestre entrait dans son calcul; mais, comme celle qu'il connaissait était fort inexacte, il ne trouva pas un résultat conforme à celui qu'il espérait obtenir, et il abandonna ses recherches sur ce sujet. Hooke lui proposa, en 1679, de chercher la courbe que décrit un corps tombant d'une grande hauteur et entraîné par le mouvement de rotation de la Terre : ce problème le ramena à ses premières recherches. Se servant alors de la valeur du rayon terrestre trouvée par Picard, ses calculs le conduisirent à reconnaître que ses prévisions étaient exactes, c'est-à-dire que la Lune est retenue dans son orbite par la pesanteur réduite en raison

inverse du carré de la distance de la Terre à son satellite. On pense que c'est de 1684 à 1685 qu'il rédigea l'Ouvrage intitulé ***Philosophiæ naturalis Principia mathematica;*** d'ailleurs, par modestie et par crainte des querelles scientifiques, il ne voulait pas le livrer à la publicité. Son ami Halley, après être parvenu à vaincre ses hésitations, obtint de la Société royale de Londres qu'elle se chargerait des frais de la publication de cette Œuvre ; comme cette Société n'avait pas alors à sa disposition les fonds votés, Halley fit faire à ses frais l'impression de ce Livre qui, grâce à ses soins, parut en mai 1687.

En étudiant le mouvement des corps, Newton démontre tout d'abord qu'un corps qui part du repos avec une vitesse et une direction données, et qui est sollicité par une force centripète d'intensité inverse au carré de la distance du corps au centre d'attraction de la force, se meut sur une conique ayant un de ses foyers en ce centre. Puis il expose la *Loi de l'Attraction universelle :* chaque molécule d'un corps attire toutes les autres en raison directe de sa masse et en raison inverse du carré de sa distance à la molécule attirée. Des théorèmes précédents il tire les deux premières lois de Képler. Pour simplifier les calculs, Newton considère les corps célestes comme étant sphériques, parce que l'attraction entre deux sphères a lieu comme si chacune d'elles était remplacée par un point matériel de même masse, situé en son centre; et il démontre que l'attraction entre deux sphères homogènes leur fait décrire des sections coniques autour du centre de gravité de leur ensemble.

Alors Newton explique le flux et le reflux de la mer; les inégalités du mouvement de la Lune; le mouvement des apsides et des nœuds des planètes et de la Lune. Il prouve que l'aplatisse-

ment de la Terre aux pôles est dû à son mouvement de rotation. Il reconnaît que les attractions exercées par le Soleil et la Lune sur la Terre produisent la précession des équinoxes et explique ainsi ce phénomène : la Terre n'étant ni homogène, ni sphérique, les attractions du Soleil et de la Lune sur elle communiquent à la Terre, qui a déjà un mouvement elliptique produit par le Soleil, un mouvement de rotation ; par suite de la composition de ce mouvement et de celui de la Terre autour de son axe, celui-ci change de direction d'une manière lente et continue. Il mesure la masse du Soleil et les masses de la Terre, de Jupiter et de Saturne, en se servant de l'attraction de ces planètes sur leurs satellites. Il démontre que les comètes se meuvent autour du Soleil en décrivant des ellipses que l'on peut assimiler à des paraboles, ce qui simplifie les calculs. Dès lors, les comètes ne sont plus considérées comme des astres de mauvais augure.

Newton a expliqué dans son *Opticks* (1675) sa découverte de la décomposition de la lumière blanche en 7 couleurs, qui forment sur un écran le *spectre solaire;* et il a donné la première théorie mathématique de l'arc-en-ciel.

Sans s'appuyer sur aucun fait, il pensait que la constance de la chaleur et celle de la lumière du Soleil sont dues à la combustion de comètes tombant sur le Soleil.

Newton a développé par la synthèse les principes qu'il avait trouvés par l'analyse, comme il résulte de l'examen de ses manuscrits. On regrette qu'il ait préféré la première méthode d'exposition à la seconde ; car, comme le fait si bien remarquer Laplace, « la connaissance de la méthode qui a guidé l'homme de génie n'est pas moins utile aux progrès de la Science et même à sa propre gloire que ses découvertes ».

En Angleterre, on adopta immédiatement la loi de l'attraction universelle; mais, dans le reste de l'Europe, cette loi n'eut d'abord que peu de partisans, et fut rejetée même par d'illustres savants, notamment en France par Huygens et en Allemagne par Leibnitz, qui lui préféraient l'hypothèse des tourbillons.

En Italie, Boscovich a propagé les idées de Newton par son Ouvrage intitulé *Philosophiæ naturalis Theoria* (1758), que l'on a pris pour modèle.

A l'époque de Newton et après lui, l'Angleterre eut encore de remarquables astronomes dont nous allons résumer les travaux.

FLAMSTEED.

1646 — 1719.

John Flamsteed, né à Derby, après s'être distingué par la publication, en 1672, d'un Mémoire sur l'équation du temps, devint en 1676 le premier directeur de l'Observatoire royal fondé en 1674 à Greenwich par Charles II. L'Ouvrage où Flamsteed donne les résultats de ses observations a pour titre *Historia cœlestis britannica* (1725); on y trouve un Catalogue de 3 310 étoiles et une théorie de la Lune à l'usage des navigateurs.

HALLEY.

8 novembre 1656 — 25 janvier 1742.

La longue existence d'Edmund Halley, né à Haggerston, près de Londres, deuxième directeur de l'Observatoire de Greenwich,

s'est passée à faire des observations astronomiques et à en tirer de remarquables conséquences et de bonnes méthodes.

Dès 1675, il attirait l'attention en donnant une méthode directe pour déterminer les aphélies et les excentricités des planètes.

Charles II mit à la disposition de Halley, en 1676, tout ce qui était nécessaire à l'exécution du projet que ce dernier avait d'aller à l'île de Sainte-Hélène, afin d'y faire des observations célestes. Pendant son séjour d'un an dans cette île, il détermina la position de 341 étoiles australes, et fut le seul astronome ayant pu observer le 28 octobre 1677 un passage complet de Mercure sur le Soleil. A son retour, en 1678, il fut élu membre de la Société royale de Londres; il en devint secrétaire en 1713.

Halley a donné en 1716 une méthode pour déterminer la parallaxe du Soleil, et par suite la distance de cet astre à la Terre, au moyen du passage, qui n'a lieu que deux fois dans un siècle, de Vénus sur le Soleil. Delisle a proposé une autre méthode en 1743.

Les anciens regardaient les étoiles comme étant fixes. Halley a annoncé en 1718 que Sirius, Arcturus et Aldébaran ont un mouvement propre très lent, et Cassini II a confirmé en 1738 cette découverte d'une manière indiscutable. Halley a de plus émis cette opinion, alors hardie, que les étoiles sont des soleils éclairant d'autres systèmes que le nôtre.

Découverte de la périodicité des comètes.

Halley doit sa renommée surtout à ses travaux sur les comètes. En se servant d'anciennes observations, il calcula les distances moyennes au Soleil de 24 comètes, les éléments de l'orbite qu'elles

avaient parcourue, en supposant que cette orbite est une ellipse très allongée, et les nombres d'années des périodes de leur retour. Trouvant que les comètes observées en 1531, 1607 et 1682 avaient les mêmes éléments, il en conclut qu'elles formaient un seul et même astre, ayant une période de 75 à 76 ans. Il eut même la hardiesse d'en prédire le retour de 1758 à 1759, en attribuant l'irrégularité de la période de retour à l'action des planètes rencontrées pendant ce long trajet. Cette comète, qui porte son nom, reparut en effet vers l'époque indiquée.

BRADLEY.

1692 — 1762.

James Bradley, né à Shireborn (Gloucestershire), troisième directeur de l'Observatoire de Greenwich, découvrit en 1727 que chaque étoile semble décrire en un an une ellipse qui paraît très petite. Il appela ce phénomène *aberration des étoiles,* et en donna la vraie explication en disant que c'est une illusion d'optique résultant de la combinaison du mouvement de la Terre et du mouvement de la lumière.

En 1748, Bradley annonça que l'axe terrestre exécute en 18 ans environ une petite oscillation, qu'il nomma *nutation,* due surtout à l'attraction que la Lune exerce sur la Terre.

Ces deux découvertes ont une grande importance, car elles confirment le système de Copernic, la démonstration du mouvement de la lumière et la loi de l'attraction universelle.

Après Bradley, l'Observatoire de Greenwich fut dirigé par Nevil Maskelyne (1732-1811), né à Londres. Il a commencé en 1767 la rédaction du *Nautical Almanac* et a publié un Catalogue très apprécié de 34 étoiles brillantes.

On cite les expériences qu'il fit en Écosse pour mesurer l'attraction des montagnes, d'après la déviation que celles-ci font éprouver au fil à plomb. De ses expériences il a déduit en 1774 une valeur de la densité moyenne de la Terre.

C'est en se servant des observations astronomiques si nombreuses de Bradley que T. Mayer établit des Tables de la Lune utiles aux navigateurs; elles furent publiées en 1767, après sa mort, par Maskelyne.

Johann-Tobias Mayer (1723-1762), né à Marbach, dans le Wurtemberg, fut nommé en 1751 directeur de l'Observatoire de Göttingue. Il a vérifié en 1748 les lois du mouvement de la Lune établies par D. Cassini, et il a donné en 1750, pour l'étude de la libration de la Lune, une méthode qui est encore suivie.

FIGURE DE LA TERRE.

Jacques Cassini (1677-1756), ou Cassini II, membre de l'Académie des Sciences (1694), successeur de son père comme directeur de l'Observatoire de Paris, auteur de remarquables *Éléments d'Astronomie* (1740), continua la mesure de la méridienne de France et en rendit compte dans son *Traité de la Grandeur et de la Figure de la Terre* (1720).

Des mesures de la Terre effectuées par Picard et par les Cassini, on conclut qu'elle était un ellipsoïde allongé aux pôles; au contraire, les théories de Huygens et de Newton, en supposant que la Terre était primitivement molle, lui donnaient la forme d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles. Aussi, pendant longtemps, les savants, même au sein de l'Académie des Sciences, formèrent-ils deux camps. L'idée de trouver la vraie forme de la Terre par des mesures précises effectuées à l'équateur et le plus près possible des pôles, mise en avant par des géomètres et par d'Anville, premier géographe du Roi, dans sa *Proposition d'une mesure de la Terre* (1735), fut enfin approuvée par Louis XV, qui consentit à couvrir les dépenses nécessaires.

Deux Commissions furent nommées en 1735 par l'Académie des Sciences, pour aller au loin effectuer la mesure de degrés terrestres: la première, composée de Godin, de La Condamine, Bouguer, J. de Jussieu et Couplet, se rendit au Pérou; la seconde,

composée de de Maupertuis, Clairaut, Camus, Le Monnier, Outhier et Celsius, d'Upsal, se rendit en Laponie.

Après les travaux de ces deux célèbres expéditions, Cassini II fit vérifier en 1739 par de La Caille les mesures de la méridienne de France entre Paris et Perpignan; de ces travaux et de cette vérification, il résulta que le débat relatif à la forme de la Terre fut tranché en faveur des partisans de l'aplatissement aux pôles.

De Maupertuis (1698-1759), né à Saint-Malo, s'est montré partisan des théories de Newton. En qualité de chef de l'expédition du Nord, il a rendu compte de celle-ci dans son Livre *La Figure de la Terre* (1738). On lui reproche de s'être attribué tout le mérite de travaux effectués en commun. Le succès de cette expédition mit tellement en relief de Maupertuis que Frédéric II lui offrit, en 1745, la présidence de l'Académie royale des Sciences que Frédéric I[er] avait fondée à Berlin en 1700. De Maupertuis accepta cette présidence et la conserva jusqu'en 1753.

Bouguer et de La Condamine ont attaché leur nom à l'expédition de l'Équateur qui, par suite de diverses difficultés, dura 7 années; ils en exposent les résultats dans leur Ouvrage intitulé *La Figure de la Terre* (1749); mais ils ne disent rien au sujet de leur désaccord avec le chef de l'expédition, Godin, qui voulait que les mesures fussent prises à l'intérieur des terres, tandis que Bouguer désirait les faire le long de la mer; l'histoire des contestations entre Godin et Bouguer a été exposée seulement en 1876 par J. de la Gournerie.

Pierre Bouguer (1698-1758), né au Croisic, professeur d'hydrographie à Paris, a inventé en 1748 l'*héliomètre,* pour mesurer

les diamètres apparents du Soleil et des planètes. Valerius avait dit que l'image du Soleil est plus brillante au centre que sur les bords; ce fait, qui est vrai, avait été contredit par Galilée. Bouguer essaya, par des mesures photométriques, de trouver le rapport entre les éclairements du centre et des bords du Soleil. On pense que Bouguer et de Mairan sont les premiers qui aient cherché à mesurer l'intensité de la chaleur solaire. Enfin Bouguer a le premier évalué en nombres l'éclat des étoiles par la photométrie.

Nicolas-Louis de La Caille (1713-1762), né à Rumigny-en-Thiérache, détermina la position, dans les deux hémisphères, d'un grand nombre d'étoiles des quatre premières grandeurs. De 1746 à 1750 et de 1754 à 1762, il catalogua à l'Observatoire du Collège Mazarin les constellations situées au-dessus de l'horizon de Paris. De 1750 à 1754, il observa plus de 10000 étoiles au Cap de Bonne-Espérance, où, sur sa demande, l'avait délégué l'Académie des Sciences, dont il était membre depuis 1741. Les observations qu'il fit au Cap, comparées à celles que l'on avait faites en Europe, notamment à celles de de La Lande à Berlin, permirent de déterminer plus exactement la distance de la Terre à la Lune.

C'est grâce à l'influence de de La Caille que Bailly s'est occupé d'Astronomie théorique et a écrit avec élégance et érudition une *Histoire de l'Astronomie* (1775-1787).

PROBLÈME DES TROIS CORPS.

Perturbations et Inégalités.

La découverte de la loi de l'attraction universelle a été le point de départ d'un nouveau et difficile problème astronomique : la détermination mathématique des mouvements des astres du système planétaire. Plusieurs grands géomètres, 50 ans après Newton, s'occupèrent de cette question qui est la principale en Astronomie théorique. Voici à ce sujet quelques explications qui nous permettront de parler plus clairement des travaux de ces géomètres, et de donner une idée, bien faible cependant, des difficultés qu'ils ont eu à surmonter.

D'après les lois de Képler, on calcule à l'avance la position d'une planète au moyen des six quantités suivantes, appelées ses *éléments elliptiques :* l'intersection du plan de l'orbite elliptique de la planète avec un plan fixe, l'angle de ces deux plans, la direction du grand axe de l'orbite, l'excentricité de l'orbite, la longueur du grand axe, l'époque où la planète est en un point de son orbite.

Lorsque l'on connut la loi de l'attraction universelle, on remarqua que les lois de Képler existaient seulement dans le cas du *problème des deux corps,* qui consiste à déterminer, d'après la loi de Newton, le mouvement relatif de deux corps qui s'attirent, par exemple celui d'une planète autour du Soleil ou celui de la

Lune autour de la Terre. Newton a complètement résolu ce problème, et a trouvé que le mouvement de la planète est elliptique.

Mais il résulte de cette loi qu'une planète est soumise à l'action simultanée du Soleil et des autres planètes, de sorte que son mouvement est très compliqué. En ne considérant que le Soleil et les huit planètes principales, le problème général à résoudre est le suivant : étant données les masses de neuf points matériels, leurs positions et leurs vitesses, en grandeur et en direction, à un moment déterminé, trouver les positions que ces points occuperont à un autre moment donné, en les supposant soumis à la loi de l'attraction universelle.

Comme l'attraction du Soleil sur une planète P est beaucoup plus considérable que celle de toutes les autres planètes, on est conduit à prendre, pour *première approximation* du mouvement de la planète P, l'ellipse que donne la solution du problème des deux corps. Les forces dues aux attractions mutuelles entre la planète P et les autres planètes sont dites *forces perturbatrices*; elles font éprouver au mouvement précédent de la planète P des variations appelées *perturbations*. La théorie des perturbations des planètes, de leurs satellites, des comètes, constitue la partie principale de la *Mécanique céleste*.

Le *problème des trois corps* consiste à déterminer à chaque instant les distances mutuelles de trois corps célestes soumis à la loi de l'attraction universelle; l'un, dit *corps central*, est supposé fixe; un autre, dit *corps troublé*, est en mouvement autour du corps central; le troisième, dit *corps troublant*, est la cause des perturbations du corps troublé. Par exemple, pour le mouvement de la Lune, celle-ci est le corps troublé, la Terre est le corps central et le Soleil est le corps troublant.

Newton n'a abordé le problème des trois corps que par des considérations géométriques. Grâce aux progrès que l'analyse mathématique fit après lui, les géomètres ont pu soumettre ce problème au calcul et faire dépendre la détermination du mouvement d'une planète d'un système d'équations différentielles simultanées. Comme on ne sait pas intégrer ces équations, on est obligé de développer en séries les formules du mouvement et d'en calculer les termes les plus importants par des méthodes d'approximation. Certains termes du développement constituent les *inégalités séculaires* et d'autres les *inégalités périodiques.* A cause des perturbations déterminées par une planète sur la planète P, les six éléments elliptiques de celle-ci sont égaux aux valeurs résultant de la seule action du Soleil, augmentées ou diminuées des inégalités. Cette modification apportée aux éléments de la première approximation du mouvement d'une planète constitue une *seconde approximation,* donnant des résultats plus voisins de la réalité que la première.

Les inégalités séculaires croissent très lentement et n'amènent entre deux états du système solaire une différence sensible que si ces états sont séparés par plusieurs siècles. Les inégalités périodiques, qui dépendent de la configuration variable des corps troublants, font passer le système par des suites d'états identiques.

On appelle *moyen mouvement* d'une planète dans un temps donné l'angle décrit par le rayon vecteur d'une planète fictive, animée d'un mouvement angulaire uniforme et accomplissant une révolution dans le même temps que la planète réelle.

Pour le problème des trois corps, Clairaut, D'Alembert et Euler ont donné les premiers travaux analytiques; Lagrange et Laplace ont imaginé des méthodes approximatives.

CLAIRAUT.

7 mai 1713 — 17 mai 1765.

Alexis-Claude Clairaut, né à Paris, montra dès son enfance une aptitude très grande pour les mathématiques, qu'il étudia sous la direction de son père. A l'âge de 10 ans, il comprenait les Ouvrages du marquis de L'Hôpital sur les sections coniques et les infiniment petits. Dès l'âge de 12 ans et 8 mois, il composa un Mémoire sur quatre courbes nouvelles; ce travail, présenté à l'Académie des Sciences, attira tellement son attention qu'elle soumit le jeune auteur à un sévère examen dont il sortit à son honneur, comme le constate un certificat élogieux signé par de Fontenelle. Les *Recherches sur les Courbes à double courbure* qu'il écrivit à l'âge de 16 ans lui valurent la faveur d'être nommé par Louis XV membre de l'Académie des Sciences, deux ans avant l'âge réglementaire de 20 ans.

En 1736, Clairaut fit partie de l'expédition en Laponie pour la mesure d'un degré du méridien terrestre. Les résultats de ses études particulières dans ce pays sont exposés dans son Ouvrage *Figure de la Terre tirée des lois de l'Hydrostatique* (1740). Dans ce Livre, qui est un chef-d'œuvre de précision, il parvient à trouver la forme de la Terre et une valeur numérique de son aplatissement, en supposant que notre globe tourne autour de son axe et que ses particules sont soumises à la loi de l'attraction universelle.

Vers le milieu de 1747, Clairaut présenta à l'Académie des Sciences un Mémoire sur le problème des trois corps, où le mou-

vement de la Lune autour de la Terre est étudié, en tenant compte de l'attraction du Soleil. Parmi les résultats qu'il obtint, citons l'explication de l'évection.

En novembre 1747, Clairaut lut à l'Académie des Sciences un Mémoire sur la *Théorie de la Lune* dans lequel il déclare que la loi de l'attraction universelle est insuffisante, car elle l'a conduit à trouver, pour le mouvement de l'apogée de la Lune, une vitesse qui n'est que la moitié de celle que donnent les observations. Mais de Buffon s'étant montré contraire à l'idée d'abandonner la théorie de Newton sans avoir fait des recherches plus approfondies, Clairaut calcula plus de termes de la série relative au mouvement de la Lune et trouva un résultat convenable. En avouant publiquement son erreur, celui-ci mit fin à la joie que les adversaires de Newton s'étaient trop vite empressés de manifester. Ce Mémoire, augmenté de Tables de la Lune, fut couronné en 1752 par l'Académie de Saint-Pétersbourg (fondée en 1724 par Pierre-le-Grand). En 1765, Clairaut en publia une édition plus complète sous le rapport théorique.

En appliquant les méthodes qu'il avait employées pour la théorie de la Lune, il a écrit en 1757 un Mémoire sur l'orbite apparente du Soleil, en tenant compte des perturbations produites par la Lune et par les principales planètes.

Clairaut commença à la fin de 1757 les longs calculs relatifs à a comète de 1682, dont Halley avait prédit le retour de 1758 à 1759; il tint compte, comme celui-ci, de l'attraction de Jupiter, et en outre de celle de Saturne. Grâce à l'aide de plusieurs calculateurs, il fut en mesure d'annoncer, dans la séance de l'Académie des Sciences du 14 novembre 1758, que la comète Halley paraîtrait au commencement de janvier 1759 et passerait à son

périhélie vers le 13 avril de la même année. Comme ces deux prédictions furent en conformité parfaite avec les époques où se produisirent les phénomènes annoncés, Clairaut fut grandement loué et admiré dans toute l'Europe.

De 1759 à 1761, une polémique au sujet de la théorie du mouvement des comètes s'engagea entre Clairaut et D'Alembert dans le *Journal des Savants :* le public se rangea du côté du premier et les géomètres furent sur plusieurs points d'accord avec le second.

D'ALEMBERT.

17 novembre 1717 — 29 octobre 1783.

Les deux premiers Mémoires que D'Alembert, né à Paris, présenta à l'Académie des Sciences furent remarqués; ils lui valurent dès 1742 la fonction d'astronome-adjoint à cette Académie, dont il devint membre associé en 1746 et membre titulaire en 1765.

En proposant, dans son *Traité de Dynamique,* publié en 1743, une méthode générale pour mettre en équations les problèmes de dynamique, D'Alembert mit fin aux difficultés que l'on rencontrait en mécanique dès que l'on sortait de la statique. Lui-même fit une application remarquable de ses principes de dynamique en 1749, dans son Mémoire *Sur la Précession des équinoxes et sur la Nutation.* D'Alembert, grâce à la théorie qu'il a démontrée en 1743 sur le mouvement d'un corps solide soumis à des forces, est parvenu à trouver que, après une période à peu près égale à 26000 années, les points équinoxiaux auront effectué une rotation complète dans le sens inverse des signes du zodiaque. De plus, il a complété les résultats des observations de

Bradley sur la nutation de l'axe de la Terre, en donnant d'une manière plus exacte les dimensions de la petite ellipse décrite par le pôle terrestre. De 1754 à 1780, il a publié ses *Recherches sur différents points importants du Système du Monde,* et 8 volumes d'*Opuscules mathématiques* contenant, sur les parties les plus compliquées de l'Astronomie théorique, des méthodes et des calculs que les géomètres n'ont eu qu'à perfectionner et à étendre. Il y démontre qu'il existe au moins deux ellipsoïdes de révolution formant des figures d'équilibre.

EULER.

15 avril 1707 — 7 septembre 1783.

Léonhard Euler, né à Bâle, fut professeur à Saint-Pétersbourg de 1727 à 1741. Le roi de Prusse Frédéric II l'appela auprès de lui en 1741 et le nomma en 1744 président de l'Académie des Sciences de Berlin. Euler fut élu en 1755 associé étranger de celle de Paris. Acceptant les offres de l'impératrice Catherine II, il retourna en 1766 à Saint-Pétersbourg et devint membre de l'Académie de cette ville. Il a consacré sa vie à de nombreuses recherches mathématiques, travaillant jusqu'à son dernier jour bien qu'il fût aveugle depuis 1766. Il avait d'abord adopté l'hypothèse des tourbillons, mais il l'abandonna bientôt pour appliquer les théories de Newton.

Euler s'est occupé dès 1747 de la solution du problème des trois corps. L'Académie des Sciences couronna en 1748 et en 1752 ses deux Mémoires sur l'étude, proposée par elle comme sujet de prix, des perturbations de Jupiter et de Saturne.

Dans son travail de 1749 sur la précession des équinoxes, Euler,

partant d'équations plus simples que celles de D'Alembert, a présenté les résultats avec plus d'élégance.

Dans sa *Theoria Motus Lunæ* (1753), il cherche à établir toutes les inégalités du mouvement de la Lune. Il a publié en 1772 une seconde Théorie de la Lune.

Euler a donné, dans les *Miscellanea Berolinensia* de 1743, un théorème remarquable, attribué à tort à Lambert, pour exprimer le temps qu'une comète, supposée en mouvement sur une parabole, met pour passer d'une position à une autre.

C'est en employant les méthodes exposées par les géomètres précédents que Pingré a écrit son grand et utile Ouvrage la *Cométographie* (1783-1784). Il y expose les opinions émises par les philosophes sur la nature des comètes, donne l'histoire de celles qui ont été observées pendant plus de 3500 ans, et fait connaître les diverses méthodes employées pour calculer leurs orbites.

Alexandre-Guy Pingré (1711-1796), né à Paris, calcula à Rouen l'éclipse de Lune du 23 décembre 1749. En 1753, il vint se fixer à Paris, où le chapitre de Sainte-Geneviève lui fit bâtir un petit Observatoire. Il fit partie de trois longues et pénibles expéditions de 1760 à 1769, aux Indes et en Amérique pour observer le passage de Vénus sur le Soleil, en Hollande pour vérifier les horloges marines de Leroy. Il fut nommé en 1756 membre de l'Académie des Sciences et en 1770 chancelier de l'Université. Pingré, qui a laissé, d'après Voiron, « la réputation d'un astronome habile et très laborieux », a pendant longtemps travaillé

aux *Annales célestes du* XVIIᵉ *siècle*, renfermant le plus grand nombre d'observations faites du commencement de 1601 à la fin de 1700. Grâce à une somme de 3000 livres accordée par l'Assemblée nationale, l'impression en fut commencée; la mort de l'auteur, la dépréciation des assignats, etc., firent suspendre cette publication à la page 364. Mais la partie imprimée n'a jamais paru et tout passait pour perdu. M. G. Bigourdan a retrouvé récemment un exemplaire de la partie imprimée et le manuscrit de l'autre partie. L'Ouvrage se réimprime en ce moment sous les auspices de l'Académie des Sciences.

LAGRANGE.

25 janvier 1736 — 10 avril 1813.

> Ce grand Ouvrage (la *Mécanique analytique*) est tout fondé sur le calcul des variations, dont Lagrange est l'auteur.
>
> DELAMBRE.

Joseph-Louis Lagrange est né à Turin; ses aïeux avaient été français. A l'âge de 19 ans, il fut nommé professeur de mathématiques à l'École d'Artillerie de Turin. Les méthodes analytiques qu'il publia à partir de 1759 furent le sujet de polémiques entre Euler qui les approuvait et D'Alembert qui les combattait. Euler fit aussitôt nommer Lagrange membre associé de l'Académie de Berlin. D'Alembert ne tarda pas à concevoir une opinion plus favorable du mérite scientifique de Lagrange, et il la lui exprima dans une lettre qu'il lui écrivit en juin 1764, au sujet du prix que l'Académie des Sciences lui avait décerné pour sa solution du problème, proposé par elle, sur la libration de la Lune.

Dans cette solution et dans les Mémoires qu'il a publiés en 1780, Lagrange démontre, en s'appuyant sur la loi de l'attraction universelle, que la Lune est un ellipsoïde à trois axes inégaux, dont le plus grand est toujours dirigé vers le centre de la Terre; de sorte qu'il y a égalité entre les moyens mouvements angulaires de rotation de la Lune autour de son plus petit axe et de révolution autour de la Terre, et que son grand axe ne peut qu'effectuer des oscillations très faibles de chaque côté de la droite qui joint son centre à celui de la Terre. Comme cette libration est à peine visible, la Lune nous présente toujours la même face. La Lune nous paraît circulaire, parce que ses deux autres axes ne diffèrent que de 40 mètres.

Dès l'âge de 28 ans, Lagrange avait pris rang parmi les plus grands savants de l'Europe, et lorsque, cédant à son penchant pour la France, il vint alors à Paris, il fut reçu par Clairaut et D'Alembert avec les plus grands honneurs. Après son retour à Turin, il remporta en 1766 le prix que l'Académie des Sciences accordait au meilleur travail sur la théorie des satellites de Jupiter; dans son Mémoire, il considère les attractions réciproques du Soleil, de Jupiter et de ses quatre satellites, et donne les équations différentielles des mouvements de ces derniers.

De 1764 à 1784, il publia, sur les variations séculaires et périodiques du mouvement des planètes, des théories remarquables, où il donne une grande précision aux méthodes d'approximation.

En 1764, sur la proposition d'Euler et la recommandation de D'Alembert, Lagrange fut nommé par Frédéric II directeur de l'Académie des Sciences de Berlin, et il conserva cette position jusqu'à la mort de ce roi, en 1786. Mirabeau, qui se trouvait alors à Berlin, offrit, au nom du roi de France Louis XVI, une

pension à Lagrange s'il voulait venir se fixer à Paris; ce savant, que d'autres ministres cherchaient à attirer à leur cour, accepta la proposition de Mirabeau, et vint s'établir à Paris au commencement de l'année 1787.

Pendant la tourmente révolutionnaire, il conserva la présidence de la Commission chargée d'établir un Système général et uniforme de poids et de mesures, en le déduisant de la longueur du pendule qui bat la seconde au niveau de la mer, à la latitude de 45°.

Notons que cette Commission, établie d'après un décret du 8 mai 1790 de l'Assemblée Constituante, devait se composer d'un même nombre de membres de l'Académie des Sciences et de la Société royale de Londres, mais qu'elle ne se réunit pas, à cause des événements politiques.

Le décret du 16 octobre 1793 forçait Lagrange, comme les autres étrangers, à quitter la France; mais Guyton de Morveau fit prendre par le Comité de Salut public un arrêté mettant Lagrange *en réquisition* pour continuer des calculs sur la théorie du mouvement des projectiles.

Enfin, il fit partie de 1790 à 1799 de diverses Commissions chargées d'établir le Système métrique.

Le Chef-d'Œuvre de Lagrange est sa *Mécanique analytique* (1788), où il applique partout sa méthode de la variation des constantes arbitraires.

MÉCANIQUE CÉLESTE.

LAPLACE.

23 mars 1749 — 5 mars 1827.

> Non seulement il a réuni dans son *Almageste* du XVIIIe siècle ce que les sciences mathématiques et physiques avaient déjà inventé, et qui sert de fondement à l'Astronomie; mais il a ajouté à cette science des découvertes capitales qui lui sont propres, et qui avaient échappé à tous ses prédécesseurs.
>
> FOURIER.

Pierre-Simon Laplace naquit à Beaumont-en-Auge. Ses parents, qui étaient des cultivateurs dans l'aisance, lui firent faire de bonnes études classiques. Il se distingua d'abord par son savoir et son habileté dans les discussions théologiques; il prit ensuite goût aux mathématiques et vint à Paris soumettre à D'Alembert des solutions de questions de mécanique. Celui-ci, trouvant remarquables ces solutions, accorda sa protection à Laplace et le fit nommer professeur de mathématiques à l'École militaire. Les Mémoires sur le calcul différentiel que Laplace présenta à l'Académie de Turin en 1772 attirèrent l'attention des savants, et lui ouvrirent l'année suivante les portes de l'Académie des Sciences. Il fut chargé du cours de mathématiques à l'École Polytechnique dès sa fondation, en 1794, fut nommé membre

du Bureau des Longitudes à sa création, en 1795, et de l'Institut national lors de son organisation, en 1795.

Laplace commença par la publication d'études d'Astronomie pratique. En 1797, il présenta dans l'*Exposition du Système du Monde,* clairement et sans calculs, l'explication des phénomènes célestes. Dans l'Ouvrage capital qu'il a publié de 1799 à 1825 sous le titre de *Traité de Mécanique céleste,* il a coordonné les travaux de ses devanciers et exposé les nombreuses découvertes astronomiques auxquelles l'analyse mathématique l'avait conduit.

Les calculs numériques de cette Œuvre ont été effectués par son ami Bouvard, qui fit en 1798 un Mémoire estimé sur les variations séculaires de la Lune, et qui devint en 1807 directeur de l'Observatoire de Paris.

Au sujet de la forme de la Terre, Maclaurin avait démontré que l'ellipsoïde de révolution, supposé fluide et homogène, est une figure d'équilibre, et D'Alembert que cet ellipsoïde admet deux figures d'équilibre : Laplace a donné à la discussion sa forme définitive, notamment dans ses Mémoires de 1782 et de 1817.

Laplace a complété le travail de Lagrange sur la libration de la Lune, en démontrant, dans ses Mémoires de 1786 et de 1796, que les mouvements de rotation de la Lune autour de la Terre et autour de l'un de ses axes ont des perturbations séculaires qui se correspondent, et par suite que notre satellite nous montrera toujours la même face. Les Mémoires précédents et ceux de 1799 et de 1801 contiennent ses découvertes relatives à la théorie de la Lune. Il a prouvé que la Lune se rapproche à présent de la Terre, mais que plus tard elle s'en éloignera, et que ces deux mouvements contraires se reproduiront indéfini-

ment. Remarquant que les perturbations exercées par le Soleil sur la Lune dépendent de la distance de ces deux astres, il est parvenu à calculer la distance de la Terre au Soleil, en trouvant par l'observation la valeur de ces perturbations, et par la théorie la relation entre ces perturbations et la distance solaire. Il a découvert dans le mouvement lunaire deux perturbations différentes dues à l'aplatissement de la Terre, et il en a déduit en 1782 et en 1796 une même valeur de cet aplatissement. Grâce à ses travaux sur la Lune, il a établi pour cet astre de très bonnes Tables, permettant au navigateur de déterminer en mer sa position par rapport au méridien de Paris : il a ainsi rendu à la marine un important service.

Sa théorie du flux et du reflux de la mer, contenue dans ses Mémoires de 1790 et de 1818, lui a permis de calculer la masse de la Lune et de démontrer la stabilité des mers.

De la comparaison des observations faites pendant plusieurs siècles, on concluait que les moyens mouvements de la Lune et de Jupiter s'accélèrent et que celui de Saturne diminue; d'où il résulte que la Lune se rapproche de la Terre et Jupiter du Soleil, tandis que Saturne s'en éloigne. Lagrange et Euler, excités par les questions que proposait l'Académie des Sciences, étudièrent ces perturbations qui devaient amener la destruction du système solaire; leurs remarquables travaux ne dissipèrent pas le doute. Mais Laplace a démontré que les changements de vitesse de ces trois astres oscillent entre des limites resserrées. Dans le Mémoire qu'il lut à l'Académie des Sciences en 1773, il a donné ce théorème important : Les grands axes des orbites décrites par les planètes autour du Soleil n'ont pas d'inégalités séculaires. Enfin il démontra en 1784 que le système solaire est stable, en se fon-

dant sur ce que la masse des planètes est petite, que leurs orbites ont une faible excentricité et que leurs mouvements de rotation sont tous dans le même sens.

Dans le Mémoire de 1773, Laplace ne tenait compte que des premières puissances des masses. Dans les *Mémoires de l'Académie royale des Sciences* de Berlin pour 1776, Lagrange a donné une démonstration du même théorème, plus complète que celle de Laplace. C'est Poisson qui l'a démontré rigoureusement en 1809.

En tenant compte de ce que le rapport des vitesses de Saturne et de Jupiter est égal au rapport de 2 à 5, Laplace a démontré en 1785 et en 1786 que, dans le calcul des perturbations réciproques de ces astres, certains termes, que l'on peut négliger dans d'autres calculs analogues, prennent des valeurs très grandes, amenant des perturbations périodiques durant environ 918 ans.

Il a reconnu que les perturbations des quatre satellites de Jupiter sont analogues à celles des planètes; il a établi en 1788 et en 1789 les remarquables lois du mouvement de ces astres.

Laplace a publié en 1787 son premier Mémoire sur l'anneau de Saturne. Pensant qu'il ne peut se soutenir que s'il est animé d'un mouvement rapide de rotation, il a trouvé par le calcul, en 1789, que l'anneau intérieur tourne en $10^h 33^m 36^s$ autour d'un axe passant par le centre de Saturne; cinq ans plus tard, W. Herschel déduisait de ses observations à peu près le même nombre. Laplace a prouvé en 1796 que l'action de Saturne retient l'anneau dans le plan de son équateur; enfin il a fait remarquer que, si cet anneau était régulier, son équilibre serait instable et qu'il arriverait à se précipiter sur Saturne.

Laplace, en démontrant en 1823 que le refroidissement de la

Terre n'a pas fait varier la durée du jour d'un centième de seconde depuis Hipparque, a confirmé la théorie, émise d'abord par de Buffon dans sa *Théorie de la Terre* (1744-1749), du refroidissement insensible de notre globe. Comme, en outre, Laplace a prouvé que la Terre sera toujours rencontrée par son axe aux mêmes points, on peut conclure que le climat moyen d'un lieu ne variera pas dans la suite des siècles.

Théorie de la formation de l'Univers, par Laplace.

Dans la première édition de l'*Exposition du Système du Monde* (1796), Laplace a ébauché une théorie de la formation de l'Univers, et il l'a exposée complètement dans les dernières éditions. Résumons cette théorie.

A l'origine, le Soleil ressemblait à une nébuleuse formée d'un noyau entouré d'une nébulosité qui s'est condensée à sa surface. En étendant cette hypothèse aux étoiles, on conçoit que l'espace était primitivement rempli d'une nébulosité excessivement diffuse. La nébuleuse solaire était alors une atmosphère ellipsoïdale formée de couches en rotation avec la même vitesse angulaire, qui augmentait à mesure que le refroidissement resserrait l'atmosphère et condensait à la surface de l'astre les molécules en contact. Des molécules situées aux limites de l'atmosphère nébulaire ont été abandonnées et ont continué à circuler en anneaux de vapeurs autour du noyau de la nébuleuse; ces anneaux se sont généralement brisés en parties qui, par contraction, sont devenues les planètes. Ainsi s'expliquent la faible inclinaison des orbites sur l'équateur solaire, la faible excentricité de ces orbites, primi-

tivement circulaires, et le sens de leur rotation. Au début, la matière nébulaire de la planète a, par les mêmes phénomènes que celle de la nébuleuse solaire, donné naissance à des anneaux qui, sauf pour Saturne, se sont brisés pour former les satellites. Enfin les comètes, à l'origine, n'appartenaient pas au système solaire et n'en ont fait partie que quand, entrées dans sa sphère d'action, elles ont subi son influence.

Théorie de la formation de l'Univers, par Kant.

Cette théorie de Laplace a plusieurs points communs avec la théorie donnée par Kant en 1755; ce fait est d'autant plus remarquable qu'il paraît certain que Laplace ne connaissait pas les idées émises par Kant; il nous semble intéressant de les résumer.

Tous les matériaux qui composent les astres du système solaire étaient, à l'origine, décomposés en leurs éléments primitifs, et remplissaient entièrement l'espace où ils circulent à présent. L'état actuel résulte de l'attraction universelle et d'une force répulsive agissant sur les parties ténues. La matière s'est réunie vers un centre et y a formé un sphéroïde nébuleux tournant qui deviendra le Soleil. Des parties se détachent de ce sphéroïde, se condensent et forment les planètes qui tournent autour du Soleil dans des plans peu inclinés sur son équateur. Kant, comparant les densités du Soleil et des planètes données par de Buffon, démontre l'identité de la constitution de ces astres. Les comètes se sont créées dans les parties les plus extérieures du sphéroïde nébuleux, sont formées d'une matière très ténue d'où résulte la queue, et tournent autour du Soleil dans des plans très inclinés sur son

équateur. En assimilant à l'origine la planète Saturne aux comètes, Kant montre que la chaleur solaire a formé autour de cet astre une atmosphère d'une nature analogue aux queues; cette atmosphère, par suite du refroidissement, est devenue un anneau composé de zones concentriques et séparées, à cause de la rotation de la planète. Remarquons que Kant parle de zones séparées avant que l'existence de la division de Cassini fût connue.

Kant explique ainsi l'origine de la chaleur solaire. Le Soleil, étant une sphère enflammée, contient de l'air. Dans son atmosphère s'élèvent des nuages de fumée provenant des matériaux détruits par la flamme; ces matériaux, en s'élevant, se refroidissent, retombent sur la flamme en pluies de poix et de soufre et lui donnent un nouvel aliment.

A l'époque de Laplace et pendant la première moitié environ du XIXe siècle, des astronomes et des géomètres appliquèrent avec succès l'analyse mathématique à diverses questions relatives au système du Monde. Faisons connaître les travaux de ceux qui se sont fait le plus remarquer.

DE LA LANDE.

11 juillet 1732 — 4 avril 1807.

Joseph-Jérôme le François de La Lande, né à Bourg, membre de l'Académie des Sciences dès l'âge de 20 ans, fut un habile et zélé observateur, un savant professeur d'Astronomie au Collège

de France, un auteur dont les écrits ont souvent attiré l'attention du public et ont rendu, de son vivant, son nom populaire; il a été directeur de l'Observatoire de Paris à partir de 1795.

Pendant 40 ans, il s'est occupé de Mercure et en a donné une théorie estimée.

Le 5 et le 6 mai 1795, il vit un nouvel astre qui lui parut mobile et que cependant il classa au nombre des étoiles; on a reconnu depuis que cet astre n'était autre que la planète Neptune.

De La Lande a publié de 1764 à 1792 un *Traité d'Astronomie;* en 1801 une *Histoire céleste* qui contient des observations faites sur 47390 étoiles à l'Observatoire de l'École militaire, et en 1803, aux frais de l'État, une précieuse *Bibliographie astronomique*.

DELAMBRE.

19 septembre 1749 — 19 août 1822.

Jean-Baptiste-Joseph Delambre, né à Amiens, s'adonna d'abord à la littérature et ne commença l'étude de l'Astronomie qu'à l'âge de 36 ans, en suivant le cours de de La Lande, dont il devint le successeur après avoir été son meilleur élève. Le premier travail de Delambre fut le calcul de Tables des satellites de Jupiter, en déterminant, d'après 1500 éclipses de ces astres, les constantes que contenaient les formules de Laplace. En 1792, ces Tables obtinrent un prix de l'Académie des Sciences et en ouvrirent les portes à leur auteur.

En prenant pour base les 34 étoiles les plus brillantes cataloguées par Maskelyne, Delambre a perfectionné avec de Zach les anciens Catalogues d'étoiles. Avec Piazzi, il a déterminé les

réfractions par des moyens purement astronomiques, et d'une façon plus précise la précession des équinoxes. Delambre, Piazzi et Maskelyne trouvèrent le même nombre pour l'obliquité de l'écliptique, en opérant sous des climats et avec des instruments différents.

Delambre a écrit une importante et estimée *Histoire de l'Astronomie,* et en a publié 4 volumes de 1817 à 1821.

En mourant, il laissait inédits deux Ouvrages : l'*Histoire de l'Astronomie au* XVIIIe *siècle,* qui a été publiée en 1827 par L. Mathieu, et l'*Histoire de la Mesure de la Terre,* que M. G. Bigourdan est parvenu à reconstituer en entier, mais qui est encore inédite.

Système métrique.

L'Académie des Sciences avait décidé de prendre pour base du nouveau Système de poids et mesures une fraction de la longueur d'un méridien terrestre, parce que cette base est universelle, au lieu de prendre la longueur du pendule battant la seconde, parce que cette longueur n'est pas la même en tous les points de la Terre.

Conformément à cette juste décision, Delambre et Méchain furent chargés par le Gouvernement français, en 1792, de mesurer la longueur de l'arc de méridien compris entre Dunkerque et Barcelone. Ces deux astronomes eurent beaucoup de difficultés pour faire leurs opérations à cause de l'état de trouble dans lequel se trouvait alors la France. L'exposé des méthodes que Delambre et Méchain employèrent et des calculs qu'ils firent se trouve dans le Mémoire publié par Delambre en 1799 et dans

son Ouvrage, en 3 volumes, intitulé ***Base du Système métrique décimal*** (1806, 1807 et 1810). Comme preuve de véracité, il déposa au Bureau des Longitudes tous les registres d'opérations et tous les instruments que son collègue et lui avaient employés. De ce long et difficile travail, il est résulté une connaissance plus exacte de la figure de la Terre, et une base impérissable du Système métrique des poids et mesures, prescrit en France par les lois du 18 germinal an III (7 avril 1795) et du 4 juillet 1837.

Pierre-François-André Méchain (1744-1804), né à Laon, a découvert plusieurs comètes et en a calculé les orbites. Il fut élu en 1782 membre de l'Académie des Sciences. Méchain, Cassini IV et Legendre déterminèrent en 1787 la différence de longitude entre l'Observatoire de Greenwich et celui de Paris, en se servant du *cercle répétiteur* que Borda venait d'inventer. Méchain désirait continuer la mesure de la méridienne de Paris jusqu'aux îles Baléares; mais pendant cette expédition il mourut, victime de son dévouement, à Castillon de la Plana, le 20 septembre 1804.

Heinrich-Wilhelm-Matthias Olbers (1758-1840), né à Arbergen, village voisin de Brême, s'était établi en 1781 médecin dans cette ville. Il donna en 1797 une bonne méthode analytique et trigonométrique, fondée sur une formule d'Euler, pour le calcul des orbites des comètes, et ensuite découvrit plusieurs de ces

astres et deux petites planètes. Il fut élu en 1810 correspondant et en 1829 associé étranger de l'Académie des Sciences.

John Brinkley (1763-1835), né à Woodbridge (Suffolkshire), professeur d'Astronomie à l'Université de Dublin, a toujours allié l'observation au calcul dans ses nombreux travaux astronomiques. Son Mémoire de 1803 contient la comparaison et l'appréciation des diverses méthodes de résolution du problème de Képler relatif à la détermination de la position d'une planète sur son orbite. Il proposa en 1810 une méthode simple et rapide pour corriger les effets de la réfraction astronomique dans le calcul des distances apparentes de la Lune au Soleil, publia en 1815 des recherches analytiques sur cette réfraction, et entreprit en 1818 la détermination du moyen mouvement du périgée de la Lune.

Jean-Charles Burckhardt (1773-1825), né à Leipzig, fut adjoint au Bureau des Longitudes en 1795, obtint en 1799 les lettres de grande naturalisation et devint membre de l'Institut en 1804. Il a construit des Tables assez précises de Mercure en tenant compte des perturbations. L'Institut lui décerna en 1801 un prix pour son Mémoire sur la comète de 1770; dans ce travail, Burckhardt expose que cette comète est devenue invisible parce qu'elle est entrée dans la sphère d'action de Jupiter. De 1812 à 1816, il a publié des Tables de la Lune établies par une méthode de calcul différente de celle de Laplace.

GAUSS.

30 avril 1777 — 23 février 1855.

Karl-Friedrich Gauss, né à Brunswick, fut nommé en 1807 professeur de mathématiques à l'Université de Göttingue et directeur de l'Observatoire de cette ville, sur la recommandation d'Olbers. En 1810, il obtint le prix Lalande et devint correspondant de l'Académie des Sciences de Berlin; il fut élu en 1803 correspondant et en 1820 associé étranger de celle de Paris. Il s'est acquis une grande renommée par des découvertes en mathématiques supérieures. Son Ouvrage si remarquable, *Theoria motus corporum cœlestium* (1809), a été traduit en français.

Fonction perturbatrice.

La fonction perturbatrice doit avoir un développement commode à appliquer et assez complet. C'est pourquoi les analystes ont porté leurs efforts sur cette importante question.

A partir de 1837, de Pontécoulant a porté ce développement du 3ᵉ ordre au 6ᵉ ordre. Pour développer en séries les coordonnées elliptiques d'une planète, Bessel a étudié en 1824 des transcendantes que Fourier avait rencontrées en 1822 dans la théorie de la chaleur.

Hansen a publié en 1831 des recherches sur les perturbations mutuelles de Jupiter et de Saturne, et en 1843 le calcul des perturbations absolues dans les ellipses d'excentricité et d'inclinaison quelconques.

Les principes de dynamique démontrés par Lagrange pour la

solution du problème des trois corps ont été complétés en 1834 et en 1835 par Hamilton, qui était depuis 1827 directeur de l'Observatoire de Dublin, et peu après par d'importants travaux de Jacobi.

JACOBI.

10 décembre 1804. — 19 février 1851.

Carl-Gustav-Jacob Jacobi, né à Potsdam, fut de 1827 à 1842 professeur de mathématiques à l'Université de Königsberg, ensuite pensionnaire de l'Académie des Sciences de Berlin; il fut élu en 1830 correspondant et en 1846 associé étranger de celle de Paris. Il s'est fait connaître d'abord par l'Ouvrage qu'il a publié à Königsberg sous le titre *Fundamenta nova Theoriæ functionum ellipticarum* (1829).

Jacobi a donné en 1836 et en 1837, pour intégrer les équations différentielles du mouvement elliptique, une méthode importante au point de vue de la variation des constantes. Il est parvenu en 1844 à réduire le problème des trois corps à l'intégration d'un système de six équations différentielles et à une quadrature, en suivant une autre méthode que Lagrange; et il a complété en 1844 et en 1845 l'étude faite par Euler, quand les distances mutuelles des trois corps restent dans des rapports constants pendant toute la durée du mouvement. Notons que c'est seulement dans ce cas particulier que l'on sait intégrer complètement les équations différentielles du problème des trois corps.

Jacobi a annoncé en 1834 qu'une masse liquide homogène reste en équilibre après avoir pris la forme d'un ellipsoïde à trois axes inégaux, quand elle tourne d'un mouvement uniforme autour

d'un axe fixe, et que la loi newtonienne régit l'attraction de ses molécules.

Théorie de la Lune.

Il est important, pour déterminer les longitudes terrestres, de bien connaître les mouvements de la Lune, dont la théorie est plus difficile que celle des planètes, parce que les inégalités sont plus nombreuses pour la Lune que pour les planètes. Aussi, après Burckhardt, on chercha à perfectionner la théorie de notre satellite.

Par la seule théorie de l'attraction, Damoiseau a formé des Tables lunaires qui ont été publiées de 1824 à 1828 aux frais du Bureau des Longitudes.

Plana a publié, sous le titre de *Théorie du Mouvement de la Lune* (1832), un grand Ouvrage où les inégalités sont calculées jusqu'au 5e ordre, et qui eut le mérite d'exciter d'autres géomètres à s'occuper de la même théorie.

Pour calculer les inégalités de la Lune, Poisson a donné en 1833 un procédé qui est incomplet pour faire une théorie de notre satellite, mais qui a pu être appliqué avec avantage dans le cas des planètes.

En 1838, Hansen trouvait, par une marche directe où le temps est pris pour variable indépendante, de nouvelles formules et les appliqua à la construction de bonnes Tables de la Lune.

Méthodes d'approximation de Cauchy.

Jusque vers le milieu du XIXe siècle, les géomètres ont employé les séries sans rechercher si elles étaient convergentes ou diver-

gentes, et par suite sans voir s'ils avaient le droit d'en faire usage. Il en résultait que les démonstrations étaient insuffisantes. De plus, la détermination des coefficients numériques relatifs à chaque perturbation était longue.

Cauchy présenta en 1831 à l'Académie des Sciences de Turin un Mémoire sur le *Calcul des Limites,* où il expose de nouvelles méthodes permettant de donner de la rigueur aux démonstrations de la Mécanique céleste et d'abréger notablement les calculs. Ce Mémoire renferme une théorie de la variation des constantes arbitraires plus générale et plus simple que celles que l'on employait. Revenant sur cette question, il donne en 1840 des formules propres à faciliter et à réduire les calculs si longs et si pénibles auxquels les astronomes sont assujettis; puis en 1842 une théorie toute nouvelle des mouvements planétaires, où il arrive à la forme la plus convenable pour le développement de la fonction perturbatrice, en diminuant considérablement le nombre des transcendantes qu'il faut calculer.

Ses méthodes lui ont permis de vérifier en quelques heures le Mémoire sur les mouvements de la planète Pallas, que Le Verrier présentait en 1845 à l'Académie des Sciences et dont les calculs l'avaient absorbé constamment pendant plusieurs années.

PERFECTIONNEMENT DE L'ASTRONOMIE PHYSIQUE.

—

W. HERSCHEL.

15 novembre 1738 — 25 août 1822.

> La vie d'Herschel a eu le rare privilège de faire *époque* dans une branche étendue de l'Astronomie.
>
> ARAGO.

Frederick-William Herschel, né à Hanovre, est le troisième fils d'une famille de 10 enfants. Son père était un musicien sans fortune. Le jeune W. Herschel étudia les beaux-arts, le français, la métaphysique, avant de se rendre en Angleterre, à l'âge de 21 ans, dans le but d'y exercer la profession de musicien. Ce ne fut qu'après avoir passé trois ans dans une grande gêne, qu'il fut engagé comme instructeur du corps de musique d'un régiment anglais. En 1765, Herschel obtint la position d'organiste à Halifax et, n'étant plus aux prises avec la misère, il acheva son instruction, étudiant seul l'italien, puis la géométrie et l'algèbre pour comprendre la théorie mathématique de la musique de R. Smith. Il devint en 1766 organiste de la chapelle octogone de Bath et fut choisi pour exécuter des morceaux de musique dans les réunions élégantes.

Malgré le peu de loisirs que lui laissaient ses occupations artis-



W. HERSCHEL

[illegible]

[illegible]

[illegible]



W. HERSCHEL
1738-1822

tiques, il étudia l'optique. Ayant eu l'occasion de regarder le Ciel avec un petit télescope, il fut émerveillé; n'étant pas assez riche pour en acheter un grand, il en construisit lui-même un ayant 1^m, 50 de distance focale, avec lequel il commença en 1774 à observer les astres. Sa première observation est celle de la nébuleuse d'Orion. Avec un télescope plus grand qu'il avait ensuite construit, il découvrit en 1781 une planète. Dès lors, la célébrité locale qu'il s'était acquise comme musicien fut remplacée par la célébrité européenne qu'il venait d'obtenir comme astronome. Le roi Georges III, prévoyant qu'un observateur aussi habile illustrerait son règne, lui accorda en 1782 une pension de 300 guinées d'or et une habitation près de Windsor; en 1786, il lui donna une autre résidence, à Slough, où Herschel créa un Observatoire. La Société royale de Londres en 1781 et les principales Académies de l'Europe, notamment l'Institut en 1802, le firent entrer dans leur sein. Il mourut sans douleur à Slough, où pendant 41 ans il avait consacré tout son temps à d'immenses travaux astronomiques.

Herschel a étudié avec assiduité les changements périodiques d'éclat que présentent quelques étoiles. En 1780 et en 1791, il s'est occupé de Mira Ceti et a fixé sa période à 331 jours. De 1795 à 1796, il a observé que α d'Hercule est une étoile changeante dont la période est de 60 jours environ.

En 1783, Herschel, qui avait remarqué, comme Halley et Cassini II, le mouvement de certaines étoiles, fit l'importante découverte du mouvement de translation de notre système solaire vers un point du Ciel qu'il nomma *apex;* de ses observations de 1783 et de 1805, il conclut que l'apex est l'étoile λ de la constellation d'Hercule. De Fontenelle, Bradley, T. Mayer avaient

déjà émis des conjectures à ce sujet, et Lambert, dans ses *Cosmologische Briefe* (1761), l'idée que le Soleil se déplace autour d'un centre qui est dans la contrée d'Orion ou de Sirius.

De l'étude des taches blanches polaires de Mars, Herschel a déduit, de 1779 à 1784, l'obliquité de l'axe de rotation de cette planète sur le plan de son orbite.

Son puissant télescope lui fit découvrir en 1789 deux autres satellites de Saturne, et apercevoir en 1790 sur l'anneau de Saturne des protubérances qui changeaient de place; ce déplacement lui a fait conclure en 1794 que cet anneau tourne en $10^h 32^m 15^s$ autour d'un axe passant par le centre de Saturne.

Il a dit le premier que la Lune n'a pas d'atmosphère. En perfectionnant la méthode d'Hevelius, il mesura à partir de 1780 les montagnes lunaires et donna pour leur hauteur des nombres voisins de ceux que l'on considère à présent comme exacts.

La belle comète de 1811 a été le point de départ de ses recherches sur la nature des comètes.

Le spectre solaire fit aussi l'objet de ses études. De Rochon, en 1775, avait remarqué que la chaleur dans le spectre solaire croît du violet au rouge; Herschel reconnut en 1800 que cette propriété s'étend un peu au delà du rouge; et, pour mesurer l'intensité de la chaleur solaire, il imagina un instrument, l'*actinomètre*.

Herschel a considérablement perfectionné les moyens d'observation par la construction de grands télescopes, dont le plus important, de 12 mètres de longueur et de $0^m,735$ de rayon, a été construit de 1785 à 1789. Avec les télescopes à réflexion ayant $2^m,1$ de longueur, il est parvenu à obtenir des grossissements de 6000 fois en diamètre. La théorie des lunettes, qui était encore incertaine, fit ainsi, grâce à lui, de grands progrès.



... et Lambert, dans ses Cosm...
... le Soleil se déplace ...
... d'Orion ou de Sirius.
... taches de Mars, Herschel ...
... de l'axe de rotation de ...

... découvrit en 1789 deux autres ...
... en 1790 sur l'anneau ...
... changement de place; ce ...
... que cet anneau tourne ...
... par le centre de Saturne.
... n'a pas d'atmosphère. Un pe...



P.S. LAPLACE
1744-1827

Les *Philosophical Transactions* contiennent 71 Mémoires, publiés de 1780 à 1818, relatifs à ses travaux astronomiques, et les *Memoirs of the Royal Astronomical Society* de Londres de 1822 renferment une liste donnant les positions de 145 nouvelles étoiles doubles.

Les collaborateurs d'Herschel furent son frère Alexander, excellent mécanicien, et sa sœur Caroline-Lucretia (1750-1848); elle mérita le titre d'astronome par son habileté à classer et analyser les observations, à faire des calculs, et par la découverte de 7 comètes. A l'âge de 78 ans, elle a publié à Hanovre, où elle était retournée en 1822, un Catalogue de nébuleuses observées par son frère.

Découverte d'une planète par W. Herschel.

Le 13 mars 1781, Herschel, à l'aide d'un télescope ayant 2m,13 de longueur et grossissant 227 fois en diamètre, aperçut un astre ayant un diamètre apparent, en examinant de petites étoiles au pied des Gémeaux. Il communiqua cette découverte à la Société Royale de Londres, en émettant l'hypothèse que le nouvel astre était une comète; mais lui-même et Laplace reconnurent ensuite que cet astre se mouvait dans une orbite elliptique de petite excentricité, et les astronomes le rangèrent au nombre des planètes, avec le nom d'*Uranus*. D'après les calculs relatifs à cette planète, les astronomes trouvèrent qu'elle avait été signalée comme étoile par Flamsteed en 1690, par T. Mayer en 1756 et par Le Monnier en 1765.

Grâce à des télescopes donnant beaucoup d'éclat aux objets, Herschel parvint à découvrir en 1787 deux satellites d'Uranus, et annonça en 1798 leur mouvement rétrograde. Ces satellites présentent cette remarquable particularité que les plans de leurs orbites sont presque perpendiculaires à l'écliptique.

Étoiles doubles.

Il y a des étoiles qui se décomposent en deux étoiles quand on les regarde avec le télescope. Cette apparence peut résulter de ce que deux étoiles, quoique situées à des distances très différentes de nous, se projettent à peu près au même point de la voûte céleste. Christian Mayer, après avoir signalé des *étoiles doubles* en 1776, avait annoncé aussitôt que certaines étoiles ont un satellite; on se moqua de son hypothèse. Herschel a publié en 1782 son premier Catalogue d'étoiles doubles, et a démontré en 1802 que beaucoup d'étoiles qui paraissent doubles constituent réellement un système de deux étoiles, car l'une d'elles tourne autour de l'autre. La détermination de l'orbite du satellite d'une étoile dépend de l'observation et du calcul; il a aussi trouvé des étoiles multiples.

W. Struve fit à l'Observatoire de Dorpat, pendant 10 ans, des mesures micrométriques d'étoiles doubles et publia en 1837, à Saint-Pétersbourg, les résultats de ses travaux dans son Ouvrage intitulé *Mensuræ micrometricæ*, qui contient de précieux renseignements sur les positions, les distances mutuelles, la couleur, l'éclat relatif de 3112 étoiles doubles ou multiples. Il a réparti les étoiles doubles en 8 classes d'après la valeur de leur distance angulaire, jusqu'à 32″.

Nébuleuses.

Herschel a appelé *nébuleuses* les masses de lumière diffuse que l'on voit dans le Ciel, et il les a distinguées en *nébuleuses résolubles* et *non résolubles,* selon que, vues avec un télescope puissant, elles se transforment ou non en étoiles séparées. Il a appelé *planétaires* les nébuleuses ayant la forme de disques. Messier a publié en 1784 un Catalogue de 103 nébuleuses. Le premier Catalogue de nébuleuses de Herschel date de 1786; il a en tout signalé 2500 nébuleuses. Il pensait alors que toutes les nébuleuses peuvent se résoudre en étoiles; en 1791, il admet l'existence d'un fluide lumineux par lui-même dans l'espace; mais, en 1811, en publiant sa théorie de la transformation des nébuleuses en étoiles, il établit, d'après l'observation, qu'il existe une matière nébulaire inconnue. De 1784 à 1802, Herschel a exploré la Voie Lactée et a fait des hypothèses sur ses dimensions et ses limites : il est arrivé à voir qu'elle est formée de groupes irréguliers d'étoiles, et à trouver, par des « sondages » du Ciel, que les étoiles sont d'autant plus nombreuses qu'on se rapproche de la Voie Lactée.

Hypothèses de Wilson sur la constitution du Soleil.

Wilson commença en décembre 1769 l'étude des changements de forme de quelques taches du Soleil, pendant les 14 jours qu'elles mettaient à passer d'un bord au bord opposé. De ses observations, il conclut en 1774 que les taches du Soleil sont

de vastes cavités dans cet astre. Pour expliquer les espèces de puits coniques à fond noir qui sont creusés dans le Soleil, et dont la profondeur lui semble être le tiers du rayon terrestre, il demande, sous forme d'une interrogation, si l'on ne doit pas considérer le Soleil comme étant formé de deux espèces de matières, savoir : d'un corps opaque et d'une couche de matière incandescente qui entoure ce corps, les taches étant les trous que forment dans cette couche les éruptions d'un gaz engendré dans le corps opaque; il comparait cette couche lumineuse à un nuage fortement éclairé.

Théorie physique du Soleil par W. Herschel.

Herschel, complétant les idées de Wilson d'après ses propres observations, a émis en 1795 les hypothèses suivantes.

Le Soleil est formé d'un corps solide opaque et d'une couche lumineuse, qui entoure ce corps et qui est soutenue beaucoup au-dessus du corps solide par un milieu élastique transparent; ce milieu porte une couche nébuleuse à un niveau beaucoup plus bas que sa surface supérieure. Si une éruption gazeuse déchire les deux couches, la couche nébuleuse, étant fortement éclairée d'en haut, réfléchit à nos yeux une portion considérable de lumière et forme une pénombre, tandis que le corps solide, ombragé par la couche nébuleuse, n'en réfléchit point. Il résulte de là qu'une tache est l'effet produit par une cavité conique dont le fond, qui est noir, appartient au corps solide et dont les parois, qui sont demi-claires, appartiennent à la couche nébuleuse.

La couche nébuleuse se nomme *atmosphère réfléchissante;* et la couche lumineuse a été appelée *photosphère* par Schröter.

Recherche et découverte de planètes entre Mars et Jupiter.

La découverte d'une planète par W. Herschel stimulait la recherche d'une planète entre Mars et Jupiter.

La première idée d'une telle recherche avait été émise par Képler, lorsqu'il signala en 1600 que la loi harmonique des distances des planètes au Soleil est en défaut entre les planètes Mars et Jupiter.

Bode, en publiant en 1772 la loi qui porte son nom, mais qui devrait s'appeler *loi de Titius,* pour obtenir les distances des planètes au Soleil, fit observer que, entre les nombres se rapportant à Mars et à Jupiter, il y avait un nombre auquel ne correspondait aucune planète.

En septembre 1800, de Zach s'entendit avec cinq autres astronomes allemands pour diviser le zodiaque en zones, et chercher la planète que l'on supposait exister entre Mars et Jupiter. Ce fut un astronome ne faisant pas partie de cette société, Piazzi, de Palerme, qui découvrit le premier une planète située à la distance donnée par la loi de Titius.

Piazzi aperçut, le 1er janvier 1801, un astre inconnu qui, le lendemain, avait changé de place. Mais une maladie dangereuse le força d'interrompre ses observations, et, lorsqu'il fut guéri, ne voyant plus cet astre, il fit part de sa découverte.

En 1802, Olbers à Brême et de Zach à Gotha retrouvèrent la petite planète que Piazzi avait appelée *Cérès,* en hommage à la fertilité de la Sicile.

Gauss et Burckhardt ont calculé l'orbite et les perturbations de la planète Cérès.

W. Herschel et Schröter cherchèrent à déterminer son diamètre apparent en se servant de puissants télescopes.

Olbers, en continuant à observer les régions où se trouve Cérès, y découvrit deux autres petites planètes, *Pallas* en 1802 et *Vesta* en 1807.

Harding découvrit en 1804 dans la même région du Ciel la petite planète *Junon.*

Olbers émit l'opinion que ces quatre petites planètes sont des fragments d'une planète qui s'est brisée. Lagrange, en admettant cette opinion, calcula la force explosive capable de produire la rupture d'une planète.

A Driesen, Hencke a découvert en 1845 la cinquième petite planète entre Mars et Jupiter, et en 1847 sa sixième.

Hind en a découvert deux en 1847 et huit de 1850 à 1854.

A la fin de l'année 1854, on connaissait 33 de ces petites planètes.

PIAZZI.

16 juillet 1746 — 22 juillet 1826.

Giuseppe Piazzi, né à Ponte, dans la Valteline, fut abbé de l'ordre des Théatins, devint en 1780 professeur de mathématiques transcendantes à Palerme, et passa la plus grande partie de sa vie à l'Observatoire qu'il avait fondé en 1789 dans cette ville. Il surveilla la construction de l'Observatoire bâti en 1817 à Naples, en fut le directeur et y mourut. Il fut élu en 1803 correspondant et en 1817 associé étranger de l'Académie des Sciences.

La découverte de Cérès n'est pas le seul titre de notoriété de Piazzi; cet astronome a publié un Catalogue de 6784 étoiles dont les positions sont données pour l'an 1800; l'édition la plus correcte est celle de 1814. Il a fait avec succès en 1802 des observations sur le changement d'obliquité de l'écliptique, et en 1805 des recherches de parallaxe annuelle de quelques étoiles principales.

F. ARAGO.

26 février 1786 — 20 octobre 1853.

> Arago tendait toujours vers un même but : à savoir, de généraliser les aperçus, d'enchaîner les phénomènes qui avaient paru longtemps isolés, d'élever la pensée vers les régions les moins accessibles de la philosophie naturelle.
>
> DE HUMBOLDT.

Dominique-François-Jean Arago, né à Estagel (Pyrénées-Orientales), fut admis le premier à l'École Polytechnique, après avoir préparé seul les matières du programme d'admission. La seconde année de ses études dans cette école n'était pas achevée, lorsqu'il fut nommé en 1805 secrétaire au Bureau des Longitudes, sur la recommandation de Laplace.

Au commencement de 1806, Napoléon Ier délégua Arago et Biot pour continuer en Espagne, avec le commissaire espagnol Rodriguez, les triangulations entreprises par Méchain. Arago commença ses opérations à Valence avec Biot, et les continua

seul entre les îles Mayorque et Formentera, Biot étant retourné à Paris au milieu de janvier 1808. Comme la France et l'Espagne étaient alors en guerre, Arago éprouva de grandes difficultés pour accomplir sa mission. Emprisonné dans une forteresse de l'île Mayorque, où Rodriguez seul venait le visiter, il parvint à s'évader et débarqua à Alger le 3 août. Il quitta cette ville dix jours après, emporté par un navire qui devait le conduire à Marseille. Mais ce navire fut pris par des corsaires espagnols, et les passagers furent conduits en quarantaine à Rosas. Arago, d'abord incarcéré dans la forteresse de cette ville, fut ensuite transporté dans le port de Palamos et enfermé dans un ponton. Il fut relâché par ordre de l'Espagne et, le 28 novembre, il se dirigea de nouveau vers Marseille sur un navire qu'un coup de mistral fit aborder le 5 décembre à Bougie. De là, avec une troupe de matelots maures, il se rendit à Alger où il arriva le 25 décembre, non sans avoir failli périr pendant le voyage. Enfin, le 21 juin 1809, il s'embarqua sur un bâtiment, qui entra à Marseille le 2 juillet. Après s'être rendu à Perpignan pour voir sa mère, il vint à Paris remettre au Bureau des Longitudes et à l'Académie des Sciences les Notes qu'il était parvenu à conserver, au milieu des périls et des tribulations de sa longue campagne.

Le 18 septembre 1809, l'Académie des Sciences admit Arago dans son sein, bien qu'il fût très jeune, parce qu'il avait déjà rendu de signalés services à la science; il s'était, en effet, distingué par des travaux de physique, par des observations, faites avec Bouvard, pour la vérification des lois de la libration de la Lune, par le calcul des orbites de plusieurs comètes, par la construction d'une Table de réfraction, enfin par la triangulation qui prolon-



F. ARAGO
1786-1853



F. ARAGO
1786-1853

geait la mesure de la méridienne de France jusqu'à l'île de Formentera.

A la fin de l'année 1809, Arago fut nommé astronome à l'Observatoire de Paris, avec l'autorisation d'y habiter. Il fit partie avec Biot de la Commission qui détermina en 1817 la différence de longitude entre les Observatoires de Greenwich et de Paris. En 1843, il devint directeur de l'Observatoire, et dota cet établissement des instruments perfectionnés de Gambey. De 1841 à 1846, il fit un cours qui attirait un auditoire nombreux et varié, et dont on retrouve les traits les plus saillants dans son *Astronomie populaire* (1834). Devenu secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences le 7 juin 1830, Arago se consacra à l'analyse attentive des travaux présentés à l'Académie et à la rédaction de Notices biographiques dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes.* Lorsqu'il lisait celles-ci dans les Séances publiques, on les écoutait avec émotion, parce qu'elles sont remplies de pensées généreuses. Ces Notices sont importantes pour l'histoire des grandes découvertes, car elles contiennent toujours ce qui a été fait jusqu'au savant dont il expose les travaux; elles font autorité, parce que tous les jugements y sont portés avec impartialité. Arago conserva ses fonctions en 1852, Napoléon III l'ayant dispensé de prêter serment. L'année suivante, il mourut à Paris, très regretté du public à cause de ceux de ses travaux de divers ordres qui avaient rendu son nom populaire, car il avait été, selon l'expression de Mouchez, « le plus puissant promoteur scientifique, le premier et le plus grand vulgarisateur de son siècle ».

Arago, qui pensait que le Soleil peut être habité, a résumé ce que l'on connaissait à son époque sur la constitution physique de cet astre, dans la Notice scientifique lue à l'Institut le 25 octobre 1851; on y trouve d'abord que la théorie du Soleil alors adoptée était encore, à peu près, celle de W. Herschel. Pendant les éclipses solaires totales de 1850 et de 1851, Arago observa les grandes flammes rougeâtres, appelées *protubérances*, qui se manifestent sur le contour de la Lune pendant la totalité et qui avaient été d'abord signalées par J. Herschel en 1842. Arago fit alors remarquer que, quand on aura démontré qu'elles ont une existence réelle, on aura une autre atmosphère à ajouter aux deux que l'on connaît, l'atmosphère réfléchissante et la photosphère; il constate que l'on ne peut pas encore donner une explication satisfaisante au sujet de la nature de la *couronne* lumineuse qui entoure la Lune pendant la totalité, ni de celle des rayons et des aigrettes qui s'étendent au delà de cette couronne. Après avoir reconnu que les matières solides et liquides en ignition émettent de la lumière polarisée sous des incidences obliques, et que les flammes présentent toujours de la lumière naturelle, il remarque que la lumière émanant du Soleil n'est jamais polarisée, et par suite il conclut que sa surface lumineuse est, selon la supposition de Wilson, une flamme gazeuse contenant en suspension des molécules solides incandescentes; il a constaté que les taches solaires exercent une influence sur les variations diurnes de l'aiguille aimantée.

Selon Arago, la constitution physique des photosphères du Soleil et des étoiles sont identiques; la scintillation des étoiles est un phénomène dû à l'interférence des rayons lumineux voisins passant à travers des couches d'air d'inégale densité.

BESSEL.

23 juillet 1784 — 17 mars 1846.

Friedrich-Wilhelm Bessel, né à Minden, en Westphalie, quitta le commerce en 1805 pour entrer comme assistant à l'Observatoire de Lilienthal, près de Brême, et s'y livrer aux études astronomiques sous la direction de Schröter, à qui Olbers l'avait recommandé. Nommé en 1810 professeur d'Astronomie à Königsberg, il dirigea en 1812 la construction du nouvel Observatoire de cette ville. Son Ouvrage *Fundamenta Astronomiæ* (1818) contient un Catalogue de 36 étoiles fondamentales rapportées à l'équateur et à l'équinoxe de printemps. Il a fait, de 1821 à 1833, des observations entre 15° de déclinaison australe et 45° de déclinaison boréale pour déterminer les positions de 62500 étoiles jusqu'à la 9e grandeur. Il fut élu en 1812 membre étranger de l'Académie des Sciences de Berlin, en 1816 correspondant et en 1840 associé étranger de celle de Paris. Pour rendre la science accessible à tous, il lisait en public à Königsberg des Notes que Schumacher publia sous le titre de *Populäre Vorlesungen* (1848).

Équation personnelle.

Bessel et Schumacher ont donné une méthode, fondée sur le calcul des probabilités, pour obtenir une précision extrême dans les observations. Bessel a introduit en 1823 la correction de l'erreur personnelle, dite *équation personnelle,* c'est-à-dire de la

partie constante de l'erreur que commet un astronome dans toutes sortes d'observations. Gauss s'est aussi occupé en 1835 de l'équation personnelle.

Parallaxe d'une étoile.

Bessel a résolu le problème difficile de la détermination de la parallaxe d'une étoile. La solution de ce problème avait été vainement cherchée par Galilée, qui a publié en 1632 la méthode pour le résoudre, par Hooke en 1669, par Flamsteed en 1689, par Bradley en 1725, par W. Herschel qui a perfectionné en 1782 la méthode de Galilée. Ce problème est important, car il permet de calculer la distance d'une étoile à la Terre. Bessel a trouvé en 1838 la parallaxe de 61 du Cygne, grâce à l'excellent héliomètre construit en 1829 par Fraunhofer. W. Struve, qui, le premier, a rendu pratique la méthode de Galilée, obtint en 1840 la parallaxe de α de la Lyre.

Nébuleuses.

Après W. Herschel, on a nommé *amas d'étoiles* ou *groupes d'étoiles* les masses de lumière résolubles, et on a appelé *nébuleuses* les masses de lumière non résolubles. Outre les nébuleuses planétaires, on a distingué les *nébuleuses elliptiques* ayant la forme de masses allongées, diffuses sur les bords, et les *nébuleuses irrégulières* ayant des formes variées, souvent bizarres. De 1845 à 1850, W. Parsons Comte de Rosse, avec le puissant télescope de $1^m,83$ d'ouverture qu'il avait construit, a découvert 14 nébuleuses en spirale.

Chaleur solaire.

De Saussure a fait en 1788 sur le mont Blanc des expériences pour déterminer l'intensité de la chaleur solaire, et a, le premier, construit des appareils pour l'utiliser.

J. Herschel, pendant son séjour au Cap de Bonne-Espérance, de 1834 à 1838, avec l'actinomètre inventé par son père, et Pouillet à Paris, en 1838, avec les *pyrhéliomètres* qu'il avait construits, trouvèrent à peu près le même nombre pour l'intensité de la radiation solaire. Selon Pouillet, le nombre 1,7633 représente, en calories, la valeur de la *constante solaire,* ou la quantité de chaleur que le Soleil donne en une minute sur une surface d'un centimètre carré, aux limites de l'atmosphère. Il donnerait aussi cette quantité de chaleur si l'air n'absorbait aucun rayon incident. Des valeurs de la constante solaire supérieures à la précédente ont été ensuite obtenues. Ainsi, J.-D. Forbes a trouvé 2,85 en 1842 sur le Faulhorn (Alpes bernoises).

Différentes hypothèses ont été émises sur les causes de la chaleur solaire.

Robert Mayer expose en 1848 que la chaleur du Soleil est alimentée par des aérolithes qui tombent sur cet astre avec une grande vitesse et dont la force vive se convertit en chaleur et en lumière. Cette idée avait, d'ailleurs, été émise par Kant en 1754 et était passée inaperçue.

Helmholtz a émis en 1854 l'hypothèse que le Soleil se contracte parce que sa masse gazeuse se liquéfie et se solidifie; la quantité

de chaleur engendrée par la contraction du Soleil compense la perte due au rayonnement; cette contraction est très lente, car elle ne diminue le diamètre apparent du Soleil que d'une seconde en 9000 ans.

Théorie physique du Soleil, par J. Herschel.

J. Herschel admet la théorie physique du Soleil émise par son père, en la complétant ainsi dans son Mémoire de 1847 et dans son Ouvrage *Outlines of Astronomy* (1849). Les points noirs qui se trouvent sur la partie du disque du Soleil exempte de taches, et qui changent continuellement, sont dus à un milieu lumineux flottant dans une atmosphère transparente et obscure; et les raies lumineuses, appelées *facules,* qui se trouvent dans le voisinage des grandes taches, sont les sommets de vagues immenses dans les régions lumineuses de l'atmosphère du Soleil.

GÉODÉSIE.

La France a donné l'essor des travaux géodésiques en entreprenant la mesure d'arcs de méridiens et de parallèles. Ensuite, Cassini III, après avoir dirigé à partir de 1744, avec D. Maraldi, le levé du territoire français au moyen de grands triangles appuyés au méridien de Paris, fit commencer la gravure de la *Carte de France* (1750-1793) qui porte son nom. En récompense de ces utiles travaux, Louis XV envoya à Cassini III en 1771 le Brevet de Directeur général de l'Observatoire de Paris; cette pièce remarquable a été imprimée pour la première fois en 1895, dans un Mémoire de M. L. Drapeyron. Puis Biot et Arago continuèrent en Espagne la mesure du méridien de Paris; enfin le Gouvernement fit établir la *Carte de France de l'État-Major* par le corps des ingénieurs-géographes pour les mesures terrestres, et par une Commission, présidée à l'origine par Laplace, pour les mesures astronomiques; les opérations commencèrent le 1er avril 1818.

La triangulation des Iles Britanniques, que Roy commença en 1784, fut terminée en 1802 par la mesure d'un arc de méridien; elle s'appuie sur beaucoup d'observations astronomiques, qui lui donnent une grande valeur au point de vue de la détermination générale de la forme de la Terre. La triangulation de l'Inde anglaise fut dirigée de 1802 à 1823 par Lambton et de 1823 à 1843 par G. Everest.

Dans le Danemark, Schumacher a donné en 1817 le programme des travaux géodésiques et Hansen a triangulé en 1821 le duché de Holstein.

La première triangulation des Pays-Bas a été faite de 1802 à 1814 par Krayenhoff, qui a publié à La Haye en 1827 un précis historique de ses opérations géodésiques.

Les triangulations ont été commencées en 1810 dans la Bavière et dans le Palatinat, et en 1818 dans le reste de l'Allemagne. De 1821 à 1824, Gauss a mesuré un arc de méridien entre Göttingue et Altona et un arc de parallèle en Hanovre, en employant des méthodes originales et un instrument qu'il a inventé, l'*héliotrope*, pour viser les sommets éloignés des triangles.

En Russie, les travaux géodésiques ont été dirigés par W. Struve et T.-F. de Schubert respectivement à partir de 1816 et de 1820.

En Italie, une triangulation pour déterminer un arc de méridien entre Rivoli et la mer Adriatique fut commencée en 1785 par Oriani, continuée en 1803 par Puissant et achevée en 1811 par les ingénieurs-géographes français. Une autre triangulation fut faite de 1821 à 1827 pour mesurer l'arc de parallèle à 45° qui traverse la Savoie et le Piémont; mais les résultats des opérations géodésiques, qui furent difficiles dans les Alpes, à cause des neiges, ne s'accordèrent pas avec ceux des observations astronomiques faites par Carlini et Plana; et ce dernier attribue les différences à une irrégularité de densité des couches terrestres dans la chaîne des Alpes.

MÉTÉOROLOGIE.

—

Observations à Paris.

Les observations météorologiques de l'Observatoire de Paris furent commencées en 1666, réorganisées en 1785, interrompues pendant la Révolution et régulièrement faites à partir de 1804.

Cassini IV, à qui l'on doit la réorganisation de 1785, après avoir insisté dans ses Mémoires sur la nécessité de faire des observations météorologiques, ajoute : « Ce n'est qu'en faisant les observations avec suite, avec assiduité, et avec un détail presque minutieux, que l'on pourra peut-être enfin découvrir quelque jour certaines lois, certaines périodes, dont la connaissance sera du plus grand intérêt pour l'agriculture, la médecine... ».

Le *thermomètre* fut inventé par Galilée vers 1603 ; mais ce ne fut qu'en 1658 que I. Boulliaud commença à Paris des observations thermométriques. Celles-ci ne devinrent précises qu'à partir de 1671, quand D. Cassini vint habiter l'Observatoire de Paris; de 1669 à 1754, elles furent faites successivement par P. de La Hire, par son fils, par F. Maraldi et par de Fouchy.

En même temps, ces astronomes firent des observations pluviométriques que P. de La Hire commença en 1689 et qui furent interrompues après 1754.

Ces deux espèces d'observations furent reprises en 1773 par

Jeaurat qui les continua jusqu'en 1798; de nouveau interrompues en cette dernière année, elles furent à partir de 1803 faites successivement par Bouvard, Arago et Le Verrier.

Les observations de la température atteignirent à partir de 1830 une plus grande précision, par suite de l'emploi de nouveaux thermomètres construits par de Réaumur.

Aussitôt après l'invention du *baromètre* par Torricelli, en 1643, on reconnut que la hauteur barométrique est très variable dans les régions tempérées et presque constante dans les régions équatoriales.

Depuis longtemps, on a observé à Paris les mouvements de l'*aiguille aimantée,* déjà connue en France vers l'an 1260.

La déclinaison de l'aiguille aimantée était orientale en 1580; l'aiguille était dans le méridien en 1666; sa déclinaison devint occidentale jusqu'en l'année 1819 où elle fut de 22° 30': l'aiguille s'écarta peu de cette position jusqu'en l'année 1825; à partir de cette année, elle s'est mue vers l'Est. Les observations de la déclinaison magnétique à l'Observatoire de Paris ont été commencées en 1667 par Picard.

L'inclinaison de l'aiguille aimantée diminue à Paris depuis l'année 1671.

Les mouvements de l'aiguille aimantée sont dus à une force magnétique qui a son siège dans la Terre; on mesure l'intensité de cette force avec un instrument que Gauss a inventé et qui présente l'avantage de n'être pas influencé par la température.

Borda ayant signalé la possibilité d'arriver à prédire le temps, Lavoisier adopta cette idée et écrivit qu' « il est presque toujours possible de prévoir un jour ou deux à l'avance, avec une très grande probabilité, le temps qu'il doit faire ». C'est pourquoi il

entreprit des travaux météorologiques qui, après sa mort, furent continués jusqu'en 1809 par de Lamarck. Notons que Monge a publié en 1790 un intéressant Mémoire sur les causes des principaux phénomènes de la Météorologie.

Influence de la Lune sur le temps.

L'influence de la Lune sur le baromètre a été l'objet des recherches d'astronomes et de météorologistes.

Toaldo a donné en 1770 le nombre $0^{mm},46$ pour la différence entre les hauteurs moyennes du baromètre dans les syzygies et dans les quadratures, en se servant d'une longue suite d'observations faites à Padoue par de Poleni. Bouvard a obtenu plus tard le nombre $0^{mm},69$ pour cette différence. Flaugergues, à Viviers (Ardèche), a fait de 1806 à 1828 des observations barométriques d'où il résulte que la différence précédente est de $0^{mm},42$.

De Lamarck a cherché à établir une relation entre les changements de temps et les phases de la Lune.

Toaldo a trouvé les résultats suivants, d'ailleurs en accord avec les opinions populaires : Les changements de temps atteignent leur maximum quand la Lune est nouvelle ou qu'elle est au périgée; ils atteignent des minima égaux au premier quartier et au dernier; mais les effets produits pendant les quartiers sont troublés quand la Lune est à l'apogée.

Pilgram, se basant sur des observations faites de 1763 à 1787, a trouvé que les changements de temps se manifestent moins lors de la nouvelle Lune qu'en d'autres temps, ce qui est contraire aux résultats obtenus par Toaldo.

Olbers n'assure pas que la Lune ne produise aucun effet sur les

variations du temps, et il ne regarde pas comme impossible que la Lune et le Soleil disposent l'atmosphère à des mouvements considérables.

Arago, après avoir constaté que les observations de Toaldo, Bouvard et Flaugergues donnent une différence entre les hauteurs moyennes du baromètre dans les syzygies et dans les quadratures, conclut que la Lune exerce dans nos climats une très petite action sur l'atmosphère, qu'il existe des variations barométriques correspondant aux diverses phases de la Lune; mais il termine sa discussion en disant que la cause de ces variations n'est pas l'attraction de la Lune sur notre atmosphère, et qu'il reste à la découvrir.

Gustav Schübler (1787-1834), né à Heilbronn (Wurtemberg), professeur à l'Université de Tubingen, a publié en 1830 un Ouvrage où, de l'analyse d'observations faites pendant 28 années, à Munich de 1781 à 1786, à Stuttgard de 1809 à 1812, à Augsbourg de 1823 à 1828, il conclut que la Lune exerce sur notre atmosphère une influence qu'il résume ainsi pour l'Allemagne. Plus la Lune est voisine de la Terre, plus les chances de pluie sont grandes; la pluie tombe plus souvent vers le second octant qu'à toute autre époque du mois lunaire; les moindres chances de pluie arrivent entre le dernier quartier et le quatrième octant; les vents du Sud et de l'Ouest deviennent de plus en plus fréquents depuis la nouvelle Lune jusqu'au second octant; les vents de l'Est et du Nord soufflent plus souvent pendant le dernier quartier qu'en d'autres temps.

Pierre-Gilles-Honoré-Antoine Flaugergues (1755-1830), issu d'une famille originaire du Rouergue, s'occupa à partir de 1784 d'observations astronomiques et météorologiques. Après avoir séjourné à Aubenas, il fut nommé le 1er décembre 1795 juge de paix à Viviers et l'année suivante membre correspondant de l'Institut. Flaugergues a publié, sans savoir qu'elle était connue, la méthode de Horrebow pour déterminer la latitude géographique. Son modeste Observatoire de Viviers existe encore, mais il sert à renfermer des outils de jardinage.

Lune Rousse.

Selon une idée très répandue, pendant la lunaison qui, commençant en avril, atteint son plein soit à la fin d'avril, soit dans le courant de mai, si des nuages n'arrêtent pas la lumière de la Lune, les jeunes pousses des plantes se gèlent et *roussissent,* bien que le thermomètre dans l'atmosphère se maintienne à plusieurs degrés au-dessus de 0°. On indique cette lunaison sous le nom de *Lune Rousse.* Or, en plaçant des thermomètres très sensibles au foyer des plus larges lentilles et des plus grands réflecteurs dirigés vers la Lune, on n'a rien aperçu qui puisse faire penser que la lumière de cet astre soit douée d'une certaine vertu frigorifique. W. Wells a démontré, dans son Ouvrage intitulé *An Essay on Dew* (1814), que les corps placés à la surface de la Terre peuvent acquérir pendant la nuit, même en dehors d'une prompte évaporation, une température différente de celle de l'atmosphère qui les entoure, lorsque le ciel est clair. Arago, en 1827, conclut de là que, dans les nuits des mois d'avril et de mai,

lorsque la température de l'atmosphère est supérieure à 0° et inférieure à 6° centigrades et que le ciel est clair, la température des plantes peut descendre au-dessous de 0°, ce phénomène ne se produisant pas si le ciel est couvert. Alors, selon que le ciel est clair ou couvert, la Lune brille ou est cachée. Donc les jardiniers ont raison en disant que le refroidissement correspond à la visibilité de la Lune; mais ils ont tort en pensant que le refroidissement est dû à une influence de la Lune, car on a remarqué que les plantes se gèlent pendant les nuits d'avril et de mai, lorsque la Lune n'est pas au-dessus de l'horizon, que le ciel est clair et que la température de l'atmosphère est supérieure à 0° et inférieure à 6° centigrades.

PÉRIODE CONTEMPORAINE.

PROGRÈS DES MÉTHODES DE LA MÉCANIQUE CÉLESTE.

Théories diverses.

Après les travaux de Hansen sur la Lune, les astronomes reconnurent que de nouveaux efforts devaient encore être faits pour perfectionner la théorie de notre satellite, parce que les limites de précision atteintes devenaient insuffisantes pour le calcul des éphémérides s'étendant à des périodes éloignées. C'est pourquoi Lubbock a cherché, dans sa *Lunar Theory* (1862), une méthode particulière pour trouver les perturbations des coordonnées de la Lune. De Pontécoulant, par la même méthode, est arrivé à une approximation plus grande.

En proposant, en 1851, une nouvelle méthode pour la détermination des mouvements des corps célestes, Cauchy a continué à perfectionner la solution du problème des trois corps.

En 1861, Plana aborda l'intégration des équations du mouvement des comètes en supposant l'existence d'un milieu résistant et de la force répulsive solaire.

Pour le calcul des perturbations absolues des petites planètes, Hansen a proposé, en 1857 et en 1859, une méthode pratique

fondée sur une transformation particulière des équations différentielles du mouvement des planètes, en appliquant, pour calculer la fonction perturbatrice, une méthode donnée en 1842 par Cauchy.

CAUCHY.

21 août 1789 — 22 mai 1857.

Augustin-Louis Cauchy, né à Paris, entra, à sa sortie de l'École Polytechnique en 1807, à l'École des Ponts et Chaussées et fut nommé en 1810 ingénieur à Cherbourg. Il devint membre de l'Académie des Sciences en 1816. A partir de cette époque, Cauchy a occupé les chaires les plus élevées de l'enseignement des sciences à l'École Polytechnique, à la Sorbonne, au Collège de France; mais sa carrière fut brisée à la Révolution de 1830, parce qu'il refusa de prêter serment à Louis-Philippe. Après s'être retiré en Hollande, en Suède, en Suisse, il accepta en 1831 la chaire de physique sublime que Charles-Albert créait à Turin pour lui. De 1833 à 1838, il fut à Prague l'un des maîtres du duc de Bordeaux, puis il revint en France reprendre sa place à l'Académie des Sciences. Le Bureau des Longitudes le désigna comme membre en 1839; mais Louis-Philippe ne voulut pas ratifier ce choix. Cauchy fut nommé professeur à la Sorbonne par le Gouvernement provisoire de 1848, et il y conserva sa chaire après 1852, Napoléon III l'ayant dispensé du serment.

Cauchy avait une puissante faculté d'invention et l'art de se créer tout à coup des méthodes nouvelles.

Giovanni-Antonio-Amedeo Plana (1781-1864), né à Voghera, près d'Alexandrie, fut nommé en 1811 professeur d'Astronomie à l'Université de Turin et directeur de l'Observatoire de cette ville. Il fut élu en 1826 correspondant et en 1860 associé étranger de l'Académie des Sciences.

Peter-Andreas Hansen (1795-1874), né à Tondern (duché de Schleswig), devint en 1825 directeur de l'Observatoire de Seeberg, près de Gotha, et fut élu en 1843 correspondant de l'Académie des Sciences. Ses Tables lunaires furent publiées en 1857 par le Gouvernement anglais.

DELAUNAY.

9 avril 1816 — 5 août 1872.

En adoptant la méthode de la variation des constantes, suivant les idées que Poisson avait exposées en 1833, Delaunay a donné une *Théorie de la Lune* qui diffère notablement des précédentes. Mais, au lieu de prendre, comme on l'avait fait, des nombres pour les coefficients des inégalités fournies par l'intégration des équations différentielles, il prit la forme analytique, à l'exemple de Plana, et il adopta un système d'éléments elliptiques donnant aux équations différentielles une forme simple. Il développa la fonction perturbatrice en une série de termes périodiques où il parvint, par un moyen particulier, à éviter que le temps sortît des signes sinus et cosinus, et à déterminer les iné-

galités jusqu'au 7e ordre. Pour se faire une idée exacte de la longueur des calculs que ce géomètre a eu la patience d'effectuer, il suffit de parcourir les deux tomes XXVIII (1860) et XXIX (1867) des *Mémoires* de l'Académie des Sciences : la formule de la fonction perturbatrice a 461 termes et s'étend sur 137 pages in-4°. Malheureusement, son entreprise est restée inachevée.

Charles-Eugène Delaunay, né à Lusigny (Aube), sorti premier en 1836 de l'École Polytechnique, devint professeur de Mécanique en 1849 à la Sorbonne et en 1851 à cette école. Il entra en 1855 à l'Académie des Sciences et au Bureau des Longitudes. Nommé en 1870 directeur de l'Observatoire de Paris, il n'eut pas le temps de se distinguer dans ces nouvelles fonctions, car il s'est noyé par accident deux ans après dans la rade de Cherbourg, au cours d'une promenade en bateau.

LE VERRIER.

11 mars 1811 — 23 septembre 1877.

> Qu'un seul homme ait eu assez de force et de persévérance pour parcourir ainsi d'un pas assuré la totalité du système solaire en calculant avec la dernière exactitude, et sans en oublier aucune, toutes les perturbations qui peuvent exercer une influence sur chaque planète, c'est ce qu'on aurait cru impossible, si le résultat n'était aujourd'hui sous nos yeux.
>
> ADAMS.

Urbain-Jean-Joseph Le Verrier, né à Saint-Lô, entra en 1833, à sa sortie de l'École Polytechnique, dans l'administration des tabacs et s'y adonna à la chimie. Il demanda, en même temps

que Regnault, la place de répétiteur de Gay-Lussac à l'École Polytechnique; cette place ayant été accordée à son compétiteur, il accepta celle de répétiteur d'Astronomie qu'on lui offrait comme compensation.

Dès lors, tous les travaux de Le Verrier se rapportèrent à la Mécanique céleste : il refit la théorie des planètes et découvrit un de ces astres. Il sut diriger, avec sagacité et certitude, les longs et difficiles calculs astronomiques qu'il entreprit et qui furent toujours suivis de conséquences remarquables. Il voyait immédiatement le point important et utile d'une question. Si l'on analysait tous ses Mémoires, « il y faudrait, a dit M. J. Bertrand dans l'*Éloge* de Le Verrier, louer uniformément la même puissance de travail, le même succès dans le choix des méthodes, la même prudence à ménager des vérifications ».

En Astronomie pratique, il a rendu un grand service en réorganisant le matériel et les règlements de l'Observatoire de Paris.

En 1846, Le Verrier fut élu membre de l'Académie des Sciences et nommé titulaire de la chaire de Mécanique céleste qui venait d'être créée à la Sorbonne. Il devint en 1854 directeur de l'Observatoire de Paris, fut disgracié vers la fin du second Empire, mais rétabli dans ces fonctions par Thiers en 1873.

Dans les dernières années de sa vie, bien qu'il fût très souffrant, il prenait à peine le temps de reposer son esprit, parce qu'il voulait terminer le travail immense qu'il avait entrepris en 1849, consistant en une théorie complète des mouvements des planètes. Il mourut à Paris peu de temps après avoir donné les derniers bons à tirer de ce travail. Parmi les appréciations portées sur Le Verrier, l'une des plus frappantes est celle d'Airy qui l'a appelé « le géant de l'Astronomie moderne ».

En 1839, Le Verrier a présenté à l'Académie des Sciences deux Mémoires sur lès variations séculaires des orbites planétaires. Marchant dans la voie ouverte par Laplace, qui avait démontré que le système solaire est stable parce qu'il ne fait qu'osciller autour d'une position moyenne, il confirmait les conclusions de Laplace en démontrant que les amplitudes des oscillations sont petites, et qu'il existe deux régions de moindre stabilité qui correspondent aux orbites de Mercure et des petites planètes.

Messier a vu en 1769 une comète dont Lexell annonça en 1770 le retour pour 1775 ; mais elle ne reparut pas. En 1843 M. H. Faye et en 1844 De Vico découvrirent chacun une comète. Le Verrier, refaisant les calculs de Laplace sur la comète de 1770, démontra que celle-ci ne peut être confondue avec aucune des deux précédentes.

C'est en 1849 que Le Verrier commença à reprendre les théories des mouvements des planètes. De celles de Mercure, Vénus, la Terre et Mars, qui ont des points communs, il conclut que l'on doit diminuer les nombres exprimant la distance de la Terre au Soleil et la vitesse de la lumière : les nombres qu'il a proposés ont été confirmés par l'observation des passages, en 1874 et en 1882, de Vénus sur le Soleil et par les travaux de Fizeau et de M. Cornu. De 1872 à 1874, Le Verrier a publié sur Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune d'importants Mémoires pour lesquels, en février 1876, la Société royale d'Astronomie de Londres lui a décerné une médaille d'honneur. C'est alors que le rapporteur de cette Société, Adams, a prononcé les paroles que nous avons prises pour épigraphe.

Le Verrier a démontré que, par suite de l'accélération sécu-

laire du moyen mouvement de la Lune, l'excentricité de l'orbite terrestre est décroissante, qu'elle continuera à diminuer pendant environ 24000 ans et qu'ensuite elle augmentera; que les excentricités et les inclinaisons des orbites des planètes sont petites et qu'elles resteront toujours petites. Ces résultats, avec l'invariabilité des grands axes des orbites des planètes et celle de leurs moyens mouvements, constituent la stabilité du système solaire.

Il a fait établir un Catalogue de 306 étoiles fondamentales.

Découverte d'une planète par Le Verrier.

Le Verrier s'est attiré de son vivant une renommée universelle en découvrant, par la seule puissance du calcul, une planète que l'on a nommée *Neptune*. Les astronomes ne pouvaient donner les éphémérides exactes d'Uranus, et Bessel avait écrit à de Humboldt : « Je pense qu'un moment viendra où la solution du mystère d'Uranus sera peut-être bien fournie par une nouvelle planète ». Dès le 1er juin 1846, Le Verrier annonçait à l'Académie des Sciences qu'il existait une planète plus éloignée du Soleil qu'Uranus; le 31 août 1846, il publiait un Mémoire contenant la détermination de la masse, de l'orbite et de la position actuelle de la planète qui produit les anomalies observées dans les mouvements d'Uranus. Le 25 septembre 1846, M. Galle, astronome à l'Observatoire de Berlin, écrivait à Le Verrier : « La planète dont vous avez signalé la position existe réellement »; il avait vu un nouvel astre le 23 septembre 1846, à $0^{\circ}52'$ de la position calculée par Le Verrier, et il avait le lendemain

reconnu que cet astre se mouvait comme celui-ci l'avait annoncé. Arago, qui, un an auparavant, avait vivement engagé ce dernier à rechercher la troublante d'Uranus, prononça cette phrase caractéristique, après avoir lu la lettre de M. Galle à l'Académie des Sciences : « M. Le Verrier vit le nouvel astre au bout de sa plume ». Pendant plusieurs mois, les articles les plus élogieux sur cette découverte furent publiés par les Recueils scientifiques. On admirait Le Verrier; les plus importantes Sociétés savantes de l'Europe lui décernaient de hautes et exceptionnelles récompenses. Cependant quelques voix s'élevèrent pour chercher à diminuer sa gloire, en lui opposant Adams, jeune et habile astronome de Cambridge, qui avait aussi déterminé par le calcul la planète troublant le mouvement d'Uranus, et qui avait communiqué les éléments de cette planète en septembre 1845 à Challis, et en octobre 1845 à Airy; mais son travail, dont les conclusions concordent avec celles de Le Verrier, ne fut pas publié par les deux astronomes qui le reçurent. Il est d'ailleurs bien établi que Le Verrier et Adams avaient fait leurs calculs sans que chacun d'eux connût les travaux de l'autre.

Neptune a un satellite découvert en 1846 par Lassell. En 1855, Hind a reconnu que le mouvement de ce satellite est rétrograde.

Recherche de planètes intramercurielles.

Pour la théorie des mouvements de Mercure, les astronomes ont remarqué qu'il ne suffit pas de tenir compte des perturbations produites par les autres planètes, notamment par Vénus. Le Verrier, qui aborda cette question en 1842, y revint en 1859,

et, d'une savante discussion, il conclut que l'on doit admettre l'existence d'un groupe d'astéroïdes entre Mercure et le Soleil. Alors, M. H. Faye recommanda d'observer les régions voisines du Soleil pendant les éclipses, et M. Lescarbault, médecin à Orgères, écrivit à Le Verrier qu'il avait vu le 26 mars 1859 un disque noir passer devant le Soleil. R. Wolf, de Zurich, écrit en 1876 à Le Verrier qu'il a vu une tache ronde passer sur le Soleil. Le Verrier discute huit passages d'une telle tache et conclut à l'existence d'une nouvelle planète (*Vulcain*) qui passera sur le Soleil en 1877. D'Oppolzer discute aussi ces huit passages et détermine l'orbite d'une planète devant passer sur le Soleil en 1879. Mais aucun des passages annoncés n'a eu lieu.

AIRY.

27 juillet 1801 — 2 janvier 1892.

George Biddell Airy, né à Alnwick (Northumberland), nommé directeur de l'Observatoire de Cambridge en 1828, donna le premier l'essor aux publications régulières des observations. Il dirigea de 1835 à 1881 l'Observatoire de Greenwich, qu'il a doté d'instruments d'observation ayant une haute perfection; il y adjoignit en 1841 un Observatoire météorologique que M. J. Glaisher dirigea jusqu'en 1875. On doit à Airy l'introduction, en Astronomie pratique, de méthodes claires et rapides de calcul. Il devint en 1836 membre de la Société royale de Londres, et en 1872 associé étranger de l'Académie des Sciences; il fut créé Sir aussi en 1872. Il a écrit plus de 150 Mémoires, la plupart sur des sujets astronomiques. Signalons quelques-uns de ses

travaux. En 1839, il a publié un Catalogue de 726 étoiles fondamentales. Au moyen du pendule, il a trouvé en 1856 que la densité de la Terre augmente de la surface vers le centre. Ses recherches, publiées en 1853, en 1858 et en 1859, sur les époques des éclipses anciennes, ont donné des résultats qui font autorité pour fixer les dates de certains faits de l'antiquité.

M. H. Faye, le 18 janvier 1892, devant ses collègues de l'Académie des Sciences, constate que le résultat des observations et des calculs qu'Airy a faits pendant 50 ans est « de fournir aux géomètres les données nécessaires pour perfectionner leurs théories ». Notons que ses *Astronomical Observations* (1829-1838) ont servi de modèle aux publications analogues en Angleterre.

ADAMS.

5 juin 1819 — 21 janvier 1892.

John-Couch Adams, né à la ferme de Lidcot, près de Launceston, manifesta de très bonne heure du goût pour l'Astronomie. M. J.-W.-L. Glaisher, qui raconte la jeunesse d'Adams dans *The Observatory* (1893), dit qu'à l'âge de 14 ans celui-ci dessinait de petites Cartes des constellations, et qu'en 1841 il forma le projet d'étudier, après sa sortie du collège, les irrégularités non encore expliquées du mouvement d'Uranus. Il fut nommé en 1858 professeur d'Astronomie à l'Université de Cambridge et devint, à partir de 1861, directeur de l'Observatoire de cette ville. Adams fut élu membre de la Société royale de Londres en 1849 et correspondant de l'Académie des Sciences en 1857.

Pour ses débuts, Adams a calculé en même temps que Le Verrier les éléments de la troublante d'Uranus. On ne peut s'empê-

cher d'admirer la noblesse de caractère avec laquelle il accepta la décision de ses contemporains; il a toujours manifesté son admiration pour Le Verrier, et l'on a lu avec quelle chaleur il apprécia en 1876 l'ensemble des travaux de notre grand astronome.

Le *Nautical Almanac* pour 1856 contient les Tables de la parallaxe lunaire, qu'il a commencé à calculer en 1852 pour remplacer celles de Burckhardt. Laplace avait découvert en 1787 que la variation séculaire du moyen mouvement de la Lune est due à la diminution graduelle de l'excentricité de l'orbite terrestre; Damoiseau et Plana avaient donné plus d'extension aux calculs de Laplace. En 1853, Adams publia sur cette question un Mémoire où la rigueur mathématique remplace les tâtonnements, et dont Delaunay a vérifié et approuvé les résultats.

Parmi les autres travaux astronomiques d'Adams, citons ses recherches de 1851 sur les perturbations d'Uranus, et de 1867 sur les orbites des étoiles filantes.

YVON VILLARCEAU.

15 janvier 1813 — 23 décembre 1883.

Parmi les astronomes de l'Observatoire de Paris à l'époque de Le Verrier, Yvon Villarceau se distinguait par des travaux astronomiques où l'on reconnaît l'idée dominante de faire accorder la théorie avec les résultats de la pratique.

Antoine-François-Joseph-Yvon Villarceau, né à Vendôme, vint à Paris en 1830 pour suivre les cours du Conservatoire de musique, où il obtint des succès. Ayant été envoyé en 1833 rejoindre en Égypte une Mission scientifique, il y prit, surtout

au contact de l'un des ingénieurs de la Mission, Lambert-Bey, un goût très grand pour les Sciences. A son retour d'Égypte, en 1837, il suivit les cours de l'École Centrale des Arts et Manufactures, et il en sortit le premier dans la section de Mécanique. C'est alors que, n'étant pas obligé de choisir une carrière, parce qu'il avait de la fortune, il se livra à l'étude des théories mathématiques appliquées en Astronomie. En 1845, Villarceau présenta à l'Académie des Sciences une méthode de correction des éléments approchés des comètes; les conceptions originales contenues dans ce premier travail attirèrent l'attention d'Arago, qui le fit entrer en 1846 à l'Observatoire de Paris en qualité d'astronome. Il fût nommé en 1855 membre du Bureau des Longitudes et élu en 1867 membre de l'Académie des Sciences. Il soutenait ses travaux avec vivacité et fermeté; mais, a dit Perrier, « si sa franchise paraissait quelquefois un peu rude, elle prenait du moins sa source dans les sentiments les plus élevés : l'amour de la Science et de la Vérité ».

Villarceau a déterminé les orbites de plusieurs petites planètes et de beaucoup de comètes. Modifiant en 1849 une méthode proposée par Laplace pour déterminer les orbites des planètes, il est parvenu à appliquer cette méthode dans des cas où elle n'avait pas encore pu être employée. Cette modification lui a permis d'annoncer en 1851 la périodicité de la comète découverte à Leipzig par D'Arrest le 27 juin 1851. Cette comète a été retrouvée en 1857 par Mac-Lear, au Cap de Bonne-Espérance, d'après l'éphéméride préparée par Villarceau. Ce dernier, après avoir calculé les perturbations produites par Jupiter sur la comète D'Arrest, a annoncé en 1861 que le passage de cet astre au périhélie en 1864 serait avancé de 49 jours; mais ce retour n'a pu être

observé. De 1864 à 1871 il a encore publié des éphémérides de cette comète; il a expcsé sur l'aberration des étoiles, dans les années 1872, 1875 et 1878, une théorie qui lui a permis de déterminer la vitesse de la lumière et une limite supérieure de celle du mouvement de translation du système solaire.

Ayant été amené par ses travaux à penser que la plus grande erreur à craindre dans les observations était celle qu'amène la réfraction astronomique, Villarceau employa dès 1866, pour amoindrir cette erreur, les observations de nuit de préférence à celles de jour : on a depuis constaté que les premières ont une grande supériorité sur les secondes.

En Astronomie stellaire et en Géodésie, il a publié les résultats de recherches dont nous parlerons plus loin.

Les théories que Villarceau a données pour la construction précise des instruments astronomiques ont été appliquées avec succès. Citons la méthode qu'il a imaginée en 1863 pour la compensation des chronomètres. C'est lui qui a construit les plans sur lesquels Le Verrier a fait établir en 1858 à l'Observatoire de Paris un grand équatorial, alors supérieur à ceux des Observatoires étrangers.

PROGRÈS DE L'ASTRONOMIE STELLAIRE.

—

ARGELANDER.

22 mars 1799 — 17 février 1875.

Friedrich-Wilhelm-August Argelander, né à Memel, en Prusse, après avoir fait ses humanités à Königsberg, fut un élève zélé de Bessel et son aide principal pour observer des étoiles de 1821 à 1823. A l'Observatoire d'Abo, dont il devint directeur en 1823, il a déterminé jusqu'en 1828 les positions de 560 étoiles principales, dont le Catalogue a paru en 1835. Il fut chargé en 1831 de fonder un nouvel Observatoire à Helsingfors, où il professait l'Astronomie depuis 1828; enfin il alla en 1837 diriger la construction du nouvel Observatoire de Bonn, où il se consacra entièrement à des observations astronomiques jusqu'à l'époque de sa mort. Il fut élu en 1851 correspondant de l'Académie des Sciences.

Argelander a publié deux Atlas d'étoiles où sont consignés les rapports entre les grandeurs apparentes de ces astres : celui de 1843 renferme 18 Cartes contenant 3256 étoiles visibles à l'œil nu du centre de l'Europe; celui de 1863 renferme 40 Cartes contenant 324198 étoiles situées entre 2° de déclinaison australe et le pôle boréal.

W. STRUVE.

15 avril 1793 — 23 novembre 1864.

Friedrich-Georg-Wilhelm Struve, né à Altona, fut nommé en 1813 professeur d'Astronomie à l'Université de Dorpat, où il avait fait ses études, et astronome à l'Observatoire de cette ville. Il dirigea cet établissement de 1817 à 1835 et y fit de nombreuses mesures micrométriques d'étoiles doubles. Nicolas Ier le chargea en 1835 de surveiller l'érection du nouvel Observatoire de Poulkova, près de Saint-Pétersbourg, créé surtout pour les études d'Astronomie sidérale. Nommé en 1839 directeur de cet Observatoire, il y continua ses importants travaux sur les étoiles jusqu'en l'année 1858 où il demanda et obtint que son fils Otto lui succédât. Il devint en 1832 membre de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg et en 1833 correspondant de celle de Paris.

Étoiles doubles.

J. Herschel, continuant les études de son père et celles de W. Struve sur les étoiles doubles, a publié d'importants Catalogues de ces astres en 1867, en 1871 et en 1874.

Pour la détermination des orbites des étoiles doubles, Villarceau a ajouté, en 1847 et en 1849, deux bonnes méthodes à celles qu'avaient imaginées Savary, Encke et J. Herschel, et les a appliquées à quelques étoiles doubles remarquables. La première de ces méthodes est fondée sur des considérations géométriques, et la seconde sur le calcul. Il est revenu sur cette question en 1852 et en 1877 et a émis l'idée que l'étoile satellite est soumise à

l'action d'une force dirigée vers l'étoile principale et agissant d'après la loi newtonienne. En 1853 et en 1878, il a expliqué analytiquement que l'inégalité d'éclat des étoiles doubles est due à l'inégalité des distances au Soleil des étoiles composantes.

Des différences entre les positions observées et calculées de Sirius, Bessel conclut que l'attraction d'un astre invisible devait produire les dérangements remarqués. C.-A.-F. Peters en 1851 et M. A. Auwers en 1861 ont cherché à déterminer l'orbite de ce satellite, qui a été découvert en 1862 par A.-G. Clark, avec une lunette très puissante, ayant $0^m,47$ d'ouverture, construite par son père Alvan Clark. La période de ce satellite est 49 ans.

M. A. Auwers a signalé en 1862 un satellite invisible de Procyon; ce satellite a été observé en 1896 par M. Schaeberle.

M. O. Struve a calculé en 1874 l'orbite d'un satellite invisible de l'étoile ζ de l'Écrevisse, qui a en outre deux satellites visibles.

La variabilité périodique d'éclat que présente Algol a été calculée en 1782 par Goodricke qui a émis l'idée de l'existence d'un large satellite de cette étoile. M. E.-C. Pickering a trouvé en 1880 que les apparences peuvent être expliquées en admettant qu'un corps obscur tourne autour d'Algol en $2^j 20^h 49^m$.

De 1883 à 1886, M. Perrotin a fait les mesures micrométriques de 2065 étoiles doubles et a donné les différences entre ses nombres et ceux de ses devanciers; de 1875 à nos jours, M. Schiaparelli a exécuté 11 000 de ces mesures, pour continuer les 20000 que Dembowski fit de 1852 à 1878; et depuis 1880, M. G. Bigourdan a fait avec précision 2800 mesures micrométriques d'étoiles doubles ayant de courtes durées de révolution, pour permettre de vérifier si, comme on est porté à le penser, la loi newtonienne régit les mouvements des systèmes stellaires.

Parallaxe d'une étoile.

D'après l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1899, on ne connaît d'une manière précise les parallaxes que de 24 étoiles; la plus rapprochée de ces étoiles, α du Centaure, nous envoie sa lumière en $4^{ans}, 5$, et la plus éloignée, la Polaire, en $46^{ans}, 5$.

Mouvement propre des étoiles.

En général, si une étoile a une parallaxe appréciable, elle a un mouvement propre sensible. Lorsque l'on connaît la parallaxe d'une étoile, on peut calculer la composante de sa vitesse située dans le plan tangent à la sphère céleste. C'est Argelander qui a, le premier, donné en 1837 une solution de la question; il a trouvé que l'étoile 1830 Groombridge parcourt 7″ par an et que sa vitesse en 1^s est d'environ 300^{km}; c'est l'étoile qui a la plus grande vitesse. W. Struve a publié en 1852 une liste d'étoiles qui ont un mouvement propre de plus de 10″ en 70 ans. Il a trouvé que le Soleil parcourt 240000000^{km} par an.

Les premiers calculs pour les mouvements propres d'un grand nombre d'étoiles ont été faits surtout par Argelander, E.-J. Stone et par M. A. Auwers.

Proctor a remarqué, d'abord sur les étoiles de la Grande Ourse en 1870, que les mouvements des étoiles voisines d'un même groupe ont les mêmes directions.

MM. Asaph Hall en 1870 et C. Wolf en 1874 ont publié chacun un Catalogue d'un certain nombre d'étoiles de l'Amas de

l'Écrevisse, après avoir déterminé leurs positions par des mesures micrométriques très précises.

D'autres astronomes, notamment MM. H.-G. Van de Sande Bakhuyzen, Kobold, Anding et Bossert, font actuellement des travaux analogues. M. Bossert a publié en 1896 un Catalogue donnant les mouvements propres de 2641 étoiles et contenant beaucoup de résultats calculés par lui, d'après ses observations de 1888.

Tous ces travaux serviront dans l'avenir, car la détermination du mouvement propre d'une étoile résulte de la comparaison de sa position actuelle à une position ancienne. Cette détermination a une grande importance; en effet, comme on l'a fait remarquer, elle servira à trouver la direction du mouvement de translation du Soleil.

Nébuleuses.

La mesure précise des nébuleuses n'a été faite pour la première fois qu'en 1848 par Laugier. En 1855 et en 1856, D'Arrest mesura 230 nébuleuses. J. Herschel a publié en 1864 un grand Catalogue de nébuleuses et d'amas d'étoiles. De 1848 à 1893, plus de 50 astronomes ont mesuré 3100 nébuleuses. Depuis 1896, on connaît 9363 nébuleuses dont 6388 sont observables à Paris; M. G. Bigourdan en a mesuré et décrit 5422 : son travail, commencé en 1884, lui a valu le prix Lalande pour 1891.

Bolides.

Chladni a publié en 1794 un Mémoire où il établit, en citant des exemples, que des pierres sont tombées du Ciel; il pense que

ces pierres proviennent de *bolides* qui entrent subitement dans notre atmosphère. Comme les bolides ont une grande vitesse, ils s'échauffent et deviennent lumineux, par suite de la compression de l'air; ils éclatent souvent en produisant une violente détonation et une chute d'aérolithes ou uranolithes : telle est l'opinion exprimée par Regnault en 1854, Daubrée en 1866 et Delaunay en 1870. Resal, dans sa *Mécanique céleste* (1884), admet que les aérolithes sont les fragments d'un satellite qui se serait brisé. A propos du bolide qui a éclaté à Madrid le 10 février 1896, Daubrée a dit que les uranolithes peuvent provenir du Soleil, de la Lune et de Mars.

Assimilation des étoiles filantes aux comètes.

Maskelyne en 1783 et Chladni en 1819 étaient enclins à regarder les *étoiles filantes* comme de petites comètes. Brandes en 1825 et en 1827 indiqua le principe de leur théorie actuelle. Olmsted a démontré le premier l'existence dans le Ciel d'un point fixe, qu'il nomme *point radiant,* d'où partaient les étoiles filantes du 12 novembre 1833. Arago a écrit en 1836 que les étoiles filantes se meuvent autour du Soleil. Delaunay a dit, en 1870, qu'il ne faut pas identifier les bolides aux étoiles filantes, parce que les bolides ne se montrent jamais aux grandes apparitions d'étoiles filantes. S.-C. Walker, après avoir écrit en 1847 que « les comètes présentent, en raison de la forte excentricité de leurs orbites, une grande analogie avec les météores », a donné des formules générales pour la détermination de l'orbite d'un *essaim* d'étoiles filantes. Kirkwood a écrit en 1861 : « Ne devrait-on

pas regarder les météores périodiques comme des débris d'anciennes comètes détruites qui auraient été peu à peu disséminés le long de leurs orbites? » A.-S. Herschel a discuté les résultats obtenus de 1798 à 1863 pour déterminer la distance des étoiles filantes au sol, et Secchi a trouvé, en 1864, que cette distance est de 120km au commencement de l'apparition et de 80km à la fin. H.-A. Newton, en 1865, a émis l'idée que les étoiles filantes se meuvent dans une orbite parabolique, et, en 1866, M. Schiaparelli, directeur de l'observatoire de Milan, a donné la théorie suivante

Les étoiles filantes sont de petites masses de matière analogue à celle des comètes et se meuvent d'après les mêmes lois que celles-ci. Il y a dans les espaces stellaires des amas de matière nébuleuse qui, attirés par le Soleil, pénètrent dans sa sphère d'action. Ces amas sont des flocons légers qui se meuvent à peu près dans la même direction et avec la même vitesse; par suite de leur grande vitesse, les flocons qui pénètrent dans notre atmosphère compriment brusquement l'air; il en résulte une grande chaleur et de rapides traînées lumineuses. Les flux périodiques d'étoiles filantes proviennent d'un courant météorique qui, pendant plusieurs années, passe au même point près de la Terre.

Toutes les étoiles filantes se meuvent autour du Soleil en formant un anneau de corpuscules. Quand l'orbite de la Terre rencontre l'anneau, nous apercevons un essaim. Il y a deux essaims remarquables : l'essaim des Perséides, qui a Persée pour point radiant, est vu dans les nuits du 11 au 13 août; l'essaim des Léonides, dont le Lion est le point radiant, se voit dans les nuits du 11 au 13 novembre. En 1866, M. Schiaparelli, en se servant

des formules données en 1839 par A. Erman, a démontré que l'essaim des Perséides suit le chemin de la comète périodique Tuttle, découverte en 1862. C.-F.-W. Peters, d'Oppolzer et M. Schiaparelli ont trouvé que l'essaim des Léonides suit la route de la comète périodique Tempel, découverte en 1866. On a aussi démontré que deux autres essaims parcourent les mêmes orbites que deux autres comètes. Enfin Le Verrier a indiqué en 1871, comme probable, le fait du déplacement d'un point radiant.

Avec M. Schiaparelli, c'est M. Denning qui s'occupe le plus des étoiles filantes. Celui-ci évalue à 6000 le nombre des points radiants observés. Il a fourni à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1899 les époques et positions des 63 essaims principaux avec leurs points radiants.

En admettant la liaison des étoiles filantes avec les comètes, M. O. Callandreau, en 1891, a cherché à saisir le lien qui existe entre une comète et un essaim engendré par elle. Il est parvenu à établir que les points radiants des essaims ont un mouvement vers l'Est, ce qui est en concordance avec les observations de M. Denning sur les Perséides; ses recherches l'ont conduit à penser qu'il est prématuré d'affirmer la liaison constante des essaims avec les comètes. De plus, partant des relevés d'observations de M. Denning, publiés par *The Observatory*, en février 1899, M. O. Callandreau vient de vérifier par le calcul le fait de la répétition d'activité pour certains points radiants et l'existence probable des points dits *stationnaires* signalés depuis une quinzaine d'années par M. Denning.

EXPÉRIENCES, OBSERVATIONS ET HYPOTHÈSES.

—

FOUCAULT.

18 septembre 1819 — 17 février 1868.

Jean-Bernard-Léon Foucault, né à Paris, n'occupa jamais de position officielle; il accepta en 1854 le titre de physicien de l'Observatoire de Paris, et fut élu en 1865 membre de l'Académie des Sciences. A l'âge de 25 ans, il était entré dans la rédaction du *Journal des Débats* pour rendre compte des découvertes scientifiques; dans cet emploi délicat, il a su, par un style clair et simple, faire comprendre au public les travaux les plus élevés; et il parvint, par des réflexions piquantes, à fixer l'attention du lecteur. Dans sa jeunesse, il n'avait appris qu'imparfaitement les sciences; mais, plus tard, il arriva cependant à se faire apprécier des savants, car il étudiait les principes théoriques sur lesquels reposaient ses analyses.

Les premiers travaux scientifiques de Foucault, faits avec Fizeau en 1845, furent des expériences concluantes sur le phénomène des interférences; elles obtinrent l'approbation de l'Académie des Sciences.

Wheatstone avait inventé en 1834 un miroir tournant qu'Arago avait modifié en 1838; avec ce miroir tournant, Foucault et Fizeau trouvèrent, séparément, que la vitesse de la lumière est

plus petite dans l'eau que dans l'air. C'est le même jour, le 6 mai 1850, qu'ils communiquèrent leur découverte à l'Académie des Sciences. Dès lors, on préféra la théorie des ondes, posée par Descartes et expliquée par T. Young et Fresnel, à celle de l'émission, donnée par Newton, parce que la propriété précédente est conforme à la théorie des ondes.

En 1857, Foucault proposa de remplacer l'alliage des miroirs des télescopes par du verre argenté, et ainsi contribua à perfectionner la construction de ces instruments.

Preuves de la rotation diurne de la Terre.

L'expérience que Foucault fit en janvier 1851, pour démontrer le mouvement diurne de la Terre autour de son axe, a rendu son nom populaire. Il établit sous la coupole du Panthéon un fil d'acier long de 67^{m}, suspendu par un bout à la voûte, terminé à l'autre par une boule pesant 28^{kg}. Le mode de suspension était tel que le plan d'oscillation ne pouvait pas être modifié. La boule était terminée à sa partie inférieure par une pointe qui effleurait deux monticules de sable très fin, disposés perpendiculairement au plan d'oscillation aux deux positions extrêmes que le pendule pouvait atteindre. A mesure que le pendule se mouvait, la pointe détruisait les arêtes des deux monticules. Comme la position du plan d'oscillation du pendule est invariable, il résulte de cette expérience que la Terre tourne en sens inverse du mouvement apparent de ce plan. Si l'expérience était faite au pôle, ce plan paraîtrait effectuer un tour complet en un jour sidéral. Le résultat auquel Foucault parvint est contenu dans les équations du

mouvement du pendule établies par Poisson; la force perpendiculaire au plan d'oscillation à laquelle ce résultat est dû avait été regardée par celui-ci comme étant trop petite pour exercer une influence sensible.

Un an après cette première preuve du mouvement diurne de la Terre, Foucault, à qui Poinsot en avait demandé une démonstration plus frappante encore pour les sens, présenta à l'Académie des Sciences l'appareil qu'il venait d'inventer et qu'il nommait *gyroscope*. En principe, le gyroscope est formé d'un tore soustrait à l'influence du mouvement diurne de la Terre par une suspension particulière et grâce à un mouvement très rapide de rotation, de sorte que l'axe autour duquel le tore tourne resterait fixe si la Terre ne tournait pas autour de son axe. Parmi les autres applications que Foucault a données du gyroscope, citons la détermination du plan méridien et de la latitude d'un lieu, sans le secours d'aucune observation astronomique.

Valeur de la vitesse de la lumière.

Fizeau, en 1849, a trouvé que la vitesse de la lumière est de 315000^{km} par seconde, en opérant avec une roue dentée entre deux stations très voisines, Suresnes et Montmartre.

Foucault, après avoir imaginé en 1862 une disposition pour rendre le miroir tournant de Wheatstone-Arago applicable à l'évaluation de très petites fractions de seconde, parvint à déterminer pour la vitesse de la lumière le nombre, admis par Le Verrier, de 298000^{km} par seconde.

Perfectionnant la méthode de Fizeau et opérant sur une longue

distance, M. Cornu, de 1872 à 1874, a obtenu 300400^{km} pour cette vitesse.

De 1880 à 1882, par la même méthode que Foucault et en opérant sur une plus grande distance, M. Newcomb a trouvé que la lumière parcourt 299860^{km} en une seconde.

Équation personnelle.

A partir de 1862, M. C. Wolf a fait de nombreuses expériences sur l'équation personnelle, avec des appareils où un astre artificiel passe derrière les fils d'une lunette à des époques connues, que l'on compare à celles que donne l'estime de l'observateur. Il est arrivé à conclure que, par l'éducation, la correction personnelle d'un observateur est bientôt réduite à un minimum et par suite devient constante.

Pour déterminer les équations personnelles dans le cas des mesures de comètes, d'étoiles doubles, de nébuleuses, M. G. Bigourdan a imaginé en 1886 un appareil qui a été accueilli favorablement par les astronomes.

Taches du Soleil.

De 1826 à 1843, Schwabe a observé régulièrement les taches du Soleil et, de ses observations, il a déduit qu'elles sont périodiques.

Laugier commença en 1841 à faire de nombreuses observations sur les taches solaires. Comme Scheiner, il remarqua qu'elles ont des vitesses différentes. En outre, il a reconnu que la durée de leur rotation diminue de l'équateur du Soleil à ses pôles.

R. Wolf a conclu en 1852, des observations faites depuis 1611

et surtout de celles de Schwabe, que la durée de la période des taches du Soleil est de $11^{ans},6^{mois}$.

D'observations faites sur les mouvements de l'aiguille de déclinaison, Lamont en 1851 et Sabine en 1852 conclurent que le magnétisme terrestre a une variation périodique à peu près décennale. En rapprochant ce résultat de celui que R. Wolf avait signalé relativement aux taches solaires, Lamont a trouvé qu'il existe une connexion entre ces taches et le magnétisme terrestre. De 1879 à 1896, M. W. Ellis a trouvé que les périodes de ces deux phénomènes, ainsi que leurs activités, concordent exactement; il en conclut qu'il paraît impossible de ne pas admettre une relation entre ces phénomènes ou l'existence d'une même cause pour les produire.

De 1853 à 1861, C. Carrington fit avec l'équatorial 5290 observations sur 954 groupes de taches du Soleil; il dessina ces taches jour par jour pour étudier les variations de leur forme, leur mode de groupement, leurs positions relatives; il a établi une formule du mouvement journalier du Soleil en diverses latitudes solaires. Des formules analogues ont été données ensuite par M. H. Faye, Spörer, Secchi, Zöllner, Tisserand. Il résulte des observations de C. Carrington que les taches durables n'existent qu'entre 8° et 35° de latitude, que la variation de vitesse entre deux taches est proportionnelle au carré du sinus de la latitude. En 1864, M. R. Radau a conclu de ces observations que la durée de rotation du Soleil autour de son axe est de $25^{jours},187$ à l'équateur, qu'elle augmente de l'équateur jusqu'à la latitude de 45° où elle est de $27^{jours},730$.

C. Carrington a publié en 1863 ses travaux dans un Livre intitulé *Observations of solar Spots*, que, selon l'opinion de

M. H. Faye, doivent prendre pour modèle les observateurs soucieux de fournir aux lecteurs de leurs recherches le moyen d'en tirer des conséquences théoriques.

Pendant l'éclipse totale de Soleil du 28 juillet 1851, Dawes (1799-1868) a observé que la photosphère est formée d'un très grand nombre de petits amas allongés de matière incandescente, séparés par des intervalles obscurs, et que ces amas présentent l'aspect de brins de paille inégaux, ayant une disposition analogue à ceux des toits de chaume. Nasmyth, Dawes et E.-J. Stone ont fait les mêmes observations en 1852.

Kirchhoff rejette l'existence d'un globe opaque froid au-dessous de la photosphère, et suppose que les taches sont produites par deux nuages superposés au-dessus de la photosphère, dont l'un détermine l'ombre et l'autre la pénombre.

Chaleur solaire.

M. Violle, faisant des expériences à la base et au sommet du mont Blanc en 1875, a trouvé 2,54 pour la valeur de la constante solaire. M. Crova, opérant à Montpellier en 1875 avec un pyrhéliomètre qu'il avait construit, a obtenu 2,32. M. Langley, en se servant du *bolomètre* qu'il a inventé, a été conduit par ses expériences de 1883 à penser que la constante solaire a une valeur supérieure aux précédentes. Avec cet instrument, il a trouvé en 1880 que dans l'orangé, près de la ligne D, les parties les plus chaudes du spectre solaire coïncident avec ses parties les plus lumineuses. Guidé par les conseils de M. Crova, M. Hansky en 1897 a trouvé 3,4 pour la constante solaire, à l'Observatoire du mont Blanc, ce qui montre que la puissance du rayonnement

solaire avant son entrée dans l'atmosphère terrestre est supérieure aux plus grandes puissances trouvées à la surface de la Terre. Dès 1882, M. Langley avait conclu de ses expériences que notre atmosphère absorbe les 0,4 de la chaleur qui traverse verticalement un ciel clair. Malgré cette perte, le rayonnement solaire est excessivement grand; ainsi M. Langley trouva en 1878 que l'éclat de la lumière solaire est 5300 fois plus grand que l'éclat, cependant éblouissant, du fer en fusion complète dans un convertisseur de Bessemer.

On a reconnu que l'intensité lumineuse du Soleil diminue de son centre à ses bords. Des expériences faites en 1874, par M. E.-C. Pickering, en 1872 et en 1877 par M. H.-C. Vogel ont déduit que le rapport de l'intensité de la lumière des bords du disque solaire à celle de son centre est 0,37. Cette diminution provient d'une absorption d'une partie des rayons des bords par l'atmosphère solaire.

Halley en 1693, Lambert en 1779, Poisson en 1835, Plana en 1864 ont étudié théoriquement la répartition de la chaleur solaire à la surface du globe terrestre dépourvu d'atmosphère. Remarquant que leurs formules conduisent à des conclusions contraires à celles que donnent les expériences, M. A. Angot a repris cette question en 1883 et a trouvé que la quantité de chaleur reçue du Soleil par un point de la Terre dépend de la latitude du point, de la déclinaison du Soleil et de sa distance à la Terre, et qu'elle s'exprime par une intégrale elliptique. Tenant ensuite compte de l'absorption atmosphérique, il a obtenu des formules et construit des Tables qui donnent les quantités de chaleur reçues aux différentes latitudes.

Pour expliquer la cause de la chaleur solaire, Sir W. Thomson (Lord Kelvin) a supposé en 1857 qu'un anneau de matière circule autour du Soleil; par suite de la résistance opposée au mouvement de ses particules, cet anneau se rétrécit, finit par frotter le Soleil, et sa force vive se transforme en chaleur et en lumière.

Utilisation de la chaleur solaire.

En considérant la valeur élevée du nombre donné par Pouillet pour la radiation solaire, Franchot en 1847 et M. Mouchot en 1860 ont été portés à reprendre les idées de de Saussure. Les appareils de M. Mouchot, étant plus pratiques, ont seuls attiré l'attention; il commença à Tours des expériences ayant pour but d'utiliser la chaleur solaire pour donner le mouvement aux machines à vapeur; en Algérie, où le Gouvernement l'avait envoyé, en 1877, pour faire des expériences à ce sujet, il construisit le ***récepteur solaire*** qui fut remarqué à l'Exposition universelle de 1878 et qui fut employé jusqu'en 1884 par la Société d'utilisation de la chaleur solaire. Ericsson construisit en 1868 un appareil analogue à celui de Franchot. Mais on n'est pas encore parvenu à capter la chaleur solaire.

Force répulsive solaire.

Pour expliquer les queues des comètes, Képler croyait à une impulsion produite par les rayons de lumière et Olbers à une action électrique entre le Soleil et la comète. Bessel a écrit dans la *Connaissance des Temps* pour 1840 qu'il est convaincu que le

Soleil exerce sur la matière ténue de la queue une attraction plus faible que sur le noyau, et même une répulsion, et que celle-ci peut être de nature électrique; la formule qu'il a donnée à ce sujet a été modifiée en 1884 par M. R. Radau. M. H. Faye admet aussi une force répulsive, due à l'incandescence du Soleil, agissant sur les parties ténues en produisant des effets inversement proportionnels aux densités des nébulosités; et partant de là il a donné en 1883 la théorie suivante des queues des comètes.

Une comète apparaît d'abord sous la forme d'une nébulosité sphérique; en s'approchant du Soleil elle se dilate et fuse avec une lenteur extrême du côté du Soleil, avec une rapidité excessive dans la région opposée. Lorsqu'elle est voisine de son périhélie, elle se décompose souvent en une infinité de petites parties qui produisent les étoiles filantes, les bolides, les aérolithes. Si alors elle ne se décompose pas ou si elle ne se subdivise qu'en quelques gros fragments, il se forme à chaque fragment, sous l'influence de la force répulsive, une queue courbe opposée au Soleil, s'étendant souvent à plusieurs millions de kilomètres. La matière formant la queue étant très rare, puisqu'elle n'empêche pas de voir les étoiles, s'écoule, sous l'influence de la force répulsive, avec une impétuosité très grande. Après le passage de la comète à son périhélie, la queue diminue et finit par disparaître.

Atmosphère et Taches de Mercure.

Schröter avait annoncé en 1792 que Mercure possède une atmosphère assez dense. M. H.-C. Vogel en 1871 émit l'idée que cette planète a une atmosphère analogue à la nôtre.

Des observateurs remarquèrent en 1832 un halo autour de Mercure; il paraissait aux uns un peu plus sombre et aux autres un peu plus clair que la surface solaire; un petit nombre déclara que sa couleur était violette. Sir W. Huggins et E.-J. Stone virent en 1868 ce halo lumineux et bien séparé de la planète. En 1878, M. Christie à Greenwich et Trouvelot à Cambridge (États-Unis) décrivirent avec des détails précis le halo qu'ils aperçurent.

Mercure a quelques taches que l'on voit difficilement, et desquelles M. Schiaparelli a conclu en 1889 que cette planète tourne sur elle-même dans le même temps, 88 jours environ, qu'elle met à tourner autour du Soleil.

Taches de Vénus.

Au moyen des taches de Vénus, M. Schiaparelli a aussi calculé en 1890 la durée de la rotation de cette planète autour de son axe et a trouvé 225 jours environ; notons que ce nombre est celui de la durée de sa rotation autour du Soleil. En 1890 et en 1895, M. Perrotin a cherché à vérifier le résultat précédent : il a remarqué une grande différence d'aspect des deux régions de la planète situées de part et d'autre de la bande sombre, et montré comment ce fait peut servir à préciser la durée de la rotation de Vénus.

Taches de Mars.

Mars décrit une ellipse en 687 jours; sa distance à la Terre varie; ses oppositions ont lieu tous les 780 jours; mais ce n'est qu'à des intervalles de 15 ans à 17 ans que Mars arrive dans

sa position la plus rapprochée de la Terre; à l'époque de ces grandes oppositions, elle brille d'un éclat rougeâtre plus accentué que dans ses positions intermédiaires, et elle peut être mieux observée avec le télescope.

Le plus ancien dessin connu de la planète Mars a été fait en 1636 par Fontana. De 1785 à 1803, Schröter a observé Mars; ses descriptions et ses dessins sont importants; mais son travail n'a été publié qu'en 1881. Les Cartes aréographiques vraiment dignes de ce nom ont été faites d'abord de 1830 à 1841 par Beer et Mädler; ils ont déterminé avec beaucoup de soin quelques points principaux de la surface de Mars et rapporté à ces repères les diverses particularités. L'étude de cette planète fit quelques progrès à partir de 1858, parce que l'on construisit des télescopes de plus en plus puissants. Secchi, Dawes et Proctor publièrent des dessins de leurs observations. En 1862, Sir N. Lockyer a signalé la permanence de position des configurations et les variations du ton de leurs couleurs; Sir W. Huggins et W.-A. Miller, après avoir fait l'analyse spectrale de l'atmosphère de Mars, concluent que l'aspect brillant de cette planète est dû seulement à la lumière qu'elle réfléchit. En 1867, M. Janssen, après des observations faites sur le mont Etna et en s'appuyant sur sa découverte du spectre de la vapeur d'eau, annonça la présence de cette vapeur dans l'atmosphère de Mars.

M. C. Flammarion a présenté à l'Académie des Sciences plusieurs Mémoires sur la planète Mars. Dans les Mémoires de 1863 et de 1865, il a émis l'opinion que les neiges aux pôles de Mars pouvaient être dues à un liquide analogue à l'eau, mais de composition chimique différente. Dans le Mémoire de 1873, il écrit qu'il a remarqué à l'hémisphère nord de Mars, alors moins

connu que l'hémisphère sud, une calotte offrant l'aspect d'un pois blanc; qu'il pense que la couleur rouge des continents est due à une *végétation quelconque*. Le Mémoire de 1877 contient une Carte construite d'après les principaux dessins de Mars et l'*Aréographie* (1875) publiée par M. Terby.

Lors de la grande opposition de 1877, M. Schiaparelli a découvert que Mars présente un grand nombre de lignes ayant un aspect géométrique; il a publié à Rome, en 1878, un Ouvrage qui contient une Carte de Mars établie avec soin et le résultat des observations faites jusqu'alors sur cette planète; il n'adopte les dénominations de mers, lacs, canaux, îles, continents, que pour abréger le langage, sans rien préjuger sur la nature des taches; il détermine de nouveau l'axe de rotation de Mars, place exactement ses taches, décrit ses diverses régions, analyse son atmosphère. Il a complété ce travail en 1879; il donne le nom de *canaux* aux grandes lignes sombres qui traversent les continents, en formant un réseau géométrique dont les éléments se coupent sous tous les angles; il fait remarquer que ces canaux sont des configurations stables de la planète, car certains d'entre eux ont été signalés depuis longtemps à la place où il les a vus; que leur aspect et leur visibilité sont variables; qu'aucun canal n'est tronqué au milieu du continent. Comme l'aspect des canaux est celui d'une raie ayant la couleur sombre des mers, il émet l'idée que si l'on regarde celles-ci comme étant des expansions liquides, on doit penser que les canaux sont les prolongements des mers à travers les continents. Au mois d'août 1882, M. Schiaparelli écrit à M. C. Flammarion qu'il a vu plus de 60 canaux dans les trois dernières oppositions, et qu'en outre il a observé un phénomène

surprenant. Des canaux ont changé presque brusquement d'aspect, se sont transformés sur toute leur longueur en deux canaux sombres parallèles entre eux, en suivant à peu près la direction des canaux dont ils étaient le dédoublement; il nomme *geminatione* cette transformation d'un canal et il rattache celle-ci au cours des saisons.

Des doutes s'élevèrent, surtout en Angleterre, au sujet de l'existence des canaux et de leur gémination. Fizeau, en 1888, dans une séance de l'Académie des Sciences, a conclu d'une série de raisonnements que Mars est couvert de glaciers et que ses lignes ne sont que les crevasses de ces glaciers; mais M. C. Flammarion s'est élevé contre les conclusions précédentes. Quelques observateurs ont vu et décrit les canaux; ainsi M. Perrotin a remarqué en 1886 qu'ils constituent, dans la région équatoriale, un réseau de lignes paraissant tracées suivant des arcs de grand cercle et faisant communiquer les mers entre elles, et même il a vu en 1888 des canaux se dédoubler.

M. Schiaparelli parle de nouveau des canaux en 1893 dans son Mémoire intitulé : *Il pianeta Marte;* pour les apercevoir, il faut un œil bien exercé et un télescope très puissant. Quelques personnes, considérant la précision géométrique que présentent les canaux, pensent qu'ils sont l'œuvre d'êtres intelligents. « Je me garderai bien, écrit M. Schiaparelli, de combattre cette supposition, qui n'a rien d'impossible. » Il est persuadé que la planète Mars n'est pas un désert pierreux, qu'elle vit, et que sa vie se manifeste à sa surface avec un ensemble compliqué de phénomènes dont une partie est observable de la Terre.

Mars continue à être l'objet de l'examen attentif des astronomes.

On trouve dans un Ouvrage de M. C. Flammarion, *La planète Mars* (1892), l'état détaillé des hypothèses sur la constitution physique de cet astre. M. Lowell, dans son Livre intitulé *Mars* (1896), admet l'existence de plaines couvertes de végétations et pense que les canaux, avec leur gémination, constituent un prodigieux système d'irrigation; il a trouvé que Mars est aplati aux pôles. M. Janssen, des observations faites à l'Observatoire de Meudon en 1897, conclut que l'atmosphère de Mars contient des corps qui peuvent se condenser à la surface de la planète et augmenter à ses pôles la transparence atmosphérique. M. Cerulli, ayant observé Mars pendant l'opposition de 1896 à 1897, a reconnu que cette planète a beaucoup de canaux; mais il croit que ce sont simplement des lignes reliant des taches dont on ne voit pas la forme. M. C. Flammarion, en analysant les résultats que donne la Carte de Mars établie par M. Cerulli, déclare qu'il n'admet pas que la topographie martienne soit telle que cette Carte l'indique.

Théorie de la formation de l'Univers, par M. H. Faye.

M. H. Faye, après avoir fait l'examen critique de la théorie que donne Laplace pour la formation de l'Univers, a présenté la suivante à partir de 1880 et l'a exposée complètement en 1884 dans son Ouvrage *Sur l'Origine des Mondes*.

Il existait à l'origine des choses un chaos de matière froide et obscure qui, sous l'influence de l'attraction mutuelle de ses éléments, s'est échauffée et a faiblement éclairé. Ce chaos a donné naissance à une multitude de nébuleuses animées de mouvements tourbillonnants; ces nébuleuses sont en général devenues des né-

buleuses en spirale et ont produit les systèmes stellaires. Quand, en particulier, une nébuleuse est homogène et sphérique, elle tourne lentement sur elle-même en formant des anneaux réguliers situés à peu près dans le plan de l'équateur de la nébuleuse. Notre système solaire provient d'une telle nébuleuse qui, à l'origine, avait un rayon au moins égal à dix fois la distance actuelle de Neptune au Soleil. Dans la période de concentration d'où notre Soleil est résulté, les anneaux se sont brisés en morceaux qui ont produit les nébuleuses planétaires. Lors de la concentration centrale de la matière nébulaire, la loi de la pesanteur vers le centre, d'abord directement proportionnelle à la distance au centre de rotation, est devenue inversement proportionnelle au carré de cette distance. De même, les nébuleuses planétaires, en se concentrant pour devenir les planètes, ont produit des anneaux d'où sont nés les satellites, et Saturne a conservé des anneaux. Selon que les anneaux se sont formés avant ou après la concentration de la nébuleuse centrale, ils ont donné aux planètes et aux satellites qui en dérivaient une rotation directe ou rétrograde. La partie centrale de la nébuleuse primitive en rotation a laissé s'échapper des parties situées vers ses pôles; ces parties ont fini par décrire des ellipses très allongées et ont constitué les comètes dont les queues sont encore la matière à l'état nébulaire.

ANALYSE SPECTRALE EN ASTRONOMIE.

—

Raies du spectre solaire.

Wollaston observa en 1802 des *raies* noires dans le spectre solaire; mais sa découverte ne fut pas remarquée. En 1815, Fraunhofer trouva que le spectre solaire a 354 raies obscures et que le spectre de la lumière électrique volatilisant un métal a des raies brillantes. En 1822, Brewster, puis J. Herschel trouvèrent que les raies brillantes sont produites par la lumière venant d'un gaz incandescent. En 1826, Fox Talbot conclut d'expériences faites avec la lumière de divers corps que l'examen du spectre d'une flamme suffit pour trouver les substances qu'elle contient. Wheatstone a fait connaître en 1835 les résultats de ses recherches relativement aux raies brillantes des spectres de la lumière électrique produisant des vapeurs métalliques.

Le spectre était alors reçu sur un écran. A partir de 1847, on le reçut sur un instrument transportable, le *spectroscope,* imaginé séparément par W. Swan et par Zantedeschi.

Plücker trouva en 1857 que les gaz incandescents produisent des spectres ayant chacun une suite spéciale de raies brillantes, tandis que les solides ou liquides rendus lumineux par une température élevée ont des spectres continus sans raies brillantes.

En 1827, Brewster remarquait que le spectre du Soleil contient des bandes sombres au lever et au coucher de cet astre; et

il émettait en 1860, avec M. J.-H. Gladstone, l'idée que ces bandes ont leur origine dans l'atmosphère de la Terre. De 1862 à 1864, M. Janssen montra que ces bandes peuvent se résoudre en raies fines, permanentes pendant le jour; que ces raies, qu'il nomma *raies telluriques*, sont dues à l'action absorbante de la vapeur d'eau de l'atmosphère, que leur intensité est en rapport direct avec les épaisseurs atmosphériques traversées.

Fraunhofer avait fait remarquer que la double raie jaune brillante donnée par le sodium occupe la même place que la double raie noire D du spectre solaire; Brewster étendit en 1842 cette remarque à d'autres raies; Foucault, en 1849, pour la raie D, Kirchhoff et M. Bunsen, en 1859, pour d'autres raies, établirent que les raies du spectre sont des lacunes produites par l'absorption due aux vapeurs métalliques qui composent l'atmosphère solaire, et, par suite, chacune d'elles est le *spectre renversé* de quelque substance.

Analyse spectrale du Soleil.

L'*Analyse spectrale* a été établie en 1860 par Kirchhoff et M. Bunsen, qui ont introduit 4 prismes dans le spectroscope.

A partir de 1861, par cette méthode, Kirchhoff est parvenu à trouver dans le Soleil le fer, le chrome, le nickel, le baryum, le cuivre, le zinc, sans compter le sodium; Angström et M. Thalèn, en 1862, l'hydrogène et le manganèse.

En 1877, H. Draper annonçait que l'oxygène manifestait sa présence dans le Soleil par des raies directes dans son spectre. Sa découverte ayant été contestée, il envoya les résultats de ses observations à M. Christie, qui démontra en 1881 que les raies

constatées provenaient de l'atmosphère terrestre. De nouvelles recherches, qui amenèrent un résultat négatif, furent faites par M. Janssen, d'abord en 1888 aux Grands-Mulets et en 1890 à la Grande-Bosse, sur le mont Blanc; mais il fit ses expériences les plus concluantes en 1893, à l'Observatoire situé sur le mont Blanc, à une altitude de 4810^m; là, M. Hansky a trouvé en 1897 que le spectre solaire n'a pas de raies très prononcées d'origine aqueuse.

Cet Observatoire a été construit de 1891 à 1893 grâce à des donations, notamment à celle de M. Bischoffsheim. M. Janssen avait demandé la création de cet établissement, afin qu'il fût possible de mieux étudier les cyclones, les planètes Mercure et Vénus, les régions circomsolaires, la radiation des astres.

Étude des protubérances et de la couronne.

Baily, auteur de travaux sur les éclipses solaires anciennes et modernes, en observant au nord de l'Angleterre l'éclipse annulaire du 15 mai 1836, vit un collier de points lumineux autour de la partie de la Lune qui arrivait sur le Soleil. On appelle *Baily's Beads* ce phénomène remarquable.

Arago avait recommandé en 1846 l'étude des *franges mobiles* qui se manifestent quelques instants avant la totalité d'une éclipse solaire et à la réapparition de la lumière; MM. A. Laussedat et A. Mannheim ont observé attentivement ce phéno-

mène à Batna, en Algérie, lors de l'éclipse totale de Soleil du 18 juillet 1860, et l'ont décrit en détail.

Le jour de l'éclipse totale de Soleil du 18 août 1868, MM. Janssen et Tennant à Guntoor, M. G. Rayet sur la côte de la péninsule malaise reconnurent que les protubérances rosacées sont d'immenses appendices appartenant au Soleil et formés d'hydrogène incandescent. Le lendemain, M. Janssen trouva une méthode pour étudier en tout temps le phénomène des protubérances, à l'aide du spectroscope, qu'il venait, en y apportant une modification, de rendre applicable à l'observation du Soleil, même lorsqu'il n'y a pas d'éclipse. Pareille découverte a aussi été faite à Londres le 20 octobre 1868 par Sir N. Lockyer, qui ne connaissait pas les résultats obtenus par M. Janssen. Tous deux ont conclu que les protubérances forment autour de la photosphère une mince enveloppe, appelée *chromosphère* par Sir N. Lockyer.

M. H. Faye avait émis l'hypothèse de l'absence autour du Soleil d'une atmosphère analogue à celle de la Terre. M. Janssen, après avoir observé, à Trani, l'éclipse annulaire du 6 mars 1867, se montra favorable à cette hypothèse; et, à Guntoor, il l'admit complètement, après avoir remarqué que les raies du bord du Soleil ne diffèrent pas sensiblement de celles de son centre.

M. G. Rayet avait aperçu en 1868 une ligne brillante assez loin au-dessus des protubérances; mais il l'avait rattachée à ces flammes. On commença à la rattacher à la couronne après les études spectroscopiques de l'éclipse solaire totale du 7 août 1869, visible dans l'Amérique du Nord. C'est alors que Sir N. Lockyer trouva dans la couronne la raie verte 1474 caractérisant le fer. Jusqu'en 1871, quelques savants pensaient que la couronne est solide ou liquide, à cause de son spectre continu; d'autres,



J. JANSSEN

en plus grand nombre, disaient qu'elle est gazeuse, à cause de la polarisation et de la raie verte 1474. M. Janssen, observant à Schoolor la couronne due à l'éclipse solaire totale du 12 décembre 1871, a été conduit, par ses observations avec le spectroscope et le polariscope, à admettre qu'il existe autour de la chromosphère un milieu bien limité, *l'atmosphère coronale*, qui a une densité inférieure à celle de la chromosphère, qui contient de l'hydrogène incandescent et dont le spectre présente la raie verte 1474; il pense que l'aspect et les formes bizarres de l'atmosphère coronale proviennent d'essaims de météores circulant dans le voisinage du Soleil. « La figure de la couronne, conclut-il, doit varier avec l'état d'activité extérieur du Soleil. Aux époques du maximum des taches, alors que les éruptions protubérantielles sont dans toute leur activité, cette atmosphère doit être sillonnée par des jets nombreux et riches qui augmentent son étendue, sa densité et changent son aspect. »

C'est aussi en 1868 que fut découverte dans le Soleil une substance donnant la raie jaune D_3 qui n'appartenait à aucun corps connu. On a appelé *hélium* cette substance qui est à présent connue, car M. W. Ramsay a dégagé en 1895 de la clévéite, minéral rare découvert en 1878 par M. Nordenskjöld, un gaz dont le spectre contient la raie jaune D_3 de l'hélium.

Il existait alors encore trois raies permanentes qui n'étaient le spectre d'aucun corps terrestre. Mais M. H. Deslandres a reconnu en 1895 que deux de ces raies sont aussi données par le gaz de la clévéite. Il ne reste donc plus à reconnaître que la raie du corps appelé *coronium*.

Les découvertes antérieures à 1872 sur la constitution physique du Soleil ont été contrôlées par Secchi et par M. H. Faye, qui, en y ajoutant les résultats de leurs observations, ont donné chacun une théorie physique du Soleil.

SECCHI.

28 juin 1818 — 26 février 1878.

> Son regard d'aigle sonda les mystères du Soleil.
>
> P. TACCHINI.

Angelo Secchi, né à Reggio, fut ordonné prêtre à Rome en 1847 et fit partie de la Société de Jésus. Les membres de cette Société ayant été alors chassés de Rome, il s'exila en Angleterre et, l'année suivante, il alla exercer les fonctions de professeur au Collège de Georgetown, près de Washington. Ayant obtenu en 1849 la direction de l'Observatoire et la chaire d'Astronomie du Collège Romain à Rome, il fit établir en 1852 sur l'église Saint-Ignace le nouvel Observatoire du Collège Romain, l'organisa de manière que l'on y pût faire des recherches sur la constitution physique des corps célestes, et devint ainsi le promoteur des observations de cette nature, qui, depuis W. Herschel, avaient été négligées. Il fut nommé en 1847 membre de l'Académie pontificale des *Nuovi Lincei,* et en devint président en 1872. Les principales Académies de l'Europe, notamment l'Académie des Sciences en 1857, l'inscrivirent sur la liste de leurs correspondants. En 1872, il représenta l'Italie dans la Commission internationale du mètre, réunie à Paris.

Secchi constata, de 1850 à 1862, que la surface de l'anneau de

Saturne n'est pas plane, qu'elle est légèrement elliptique et que son centre ne coïncide pas avec celui de la planète; qu'il existe une grande nébulosité intérieure à l'anneau et que, par suite, ce dernier est formé de trois parties. Lassell, sur la demande de Secchi, observa l'anneau et confirma cette dernière découverte.

Dans son travail de 1859 sur Mars, Secchi indique deux canaux azurés, situés entre deux continents rouges, et signale près des pôles de la planète deux taches blanches, de formes variables, analogues à des nuages plutôt qu'à des neiges ou des glaces.

Il a aussi soumis la Lune à ses attentives observations pour compléter la connaissance de la nature physique de cet astre. On lui doit des dessins et des photographies des cratères les plus importants de notre satellite. La photographie du dessin si exact qu'il fit en 1856 du cratère de Copernic a été répandue en Europe par les soins de la Société astronomique de Londres.

A l'aide d'une puissante lunette équatoriale de Merz, Secchi fit exécuter, à partir de 1852, des mesures d'orbites d'étoiles doubles; il a publié en 1859 les résultats de ses mesures micrométriques pour 1321 étoiles. Après avoir soumis plus de 4000 étoiles à un examen attentif, il a rapporté en 1867 les étoiles à quatre types, d'après leur couleur et d'après les raies de leur spectre.

Dans son Livre *Le Stelle* (1877), traduit en français (1879), Secchi émet l'idée que le pouvoir dispersif de l'atmosphère terrestre fait varier l'intensité et la couleur des étoiles et amène leur scintillation. Cette explication de la scintillation diffère de celle d'Arago, soutenue en 1868 par M. C. Wolf, après avoir observé Vénus à l'horizon et le spectre de Sirius.

Les travaux les plus importants de Secchi concernent la constitution physique du Soleil.

Ayant étudié dès 1851 la chaleur solaire rayonnante avec une pile thermo-électrique, il trouva qu'elle augmente des bords du disque à son centre et des pôles de l'astre à son équateur, l'hémisphère boréal étant plus chaud que l'hémisphère austral.

A partir de 1864, il a constaté que des parcelles lumineuses se détachent de la photosphère, entrent dans une tache du Soleil, y perdent peu à peu leur intensité et finissent par disparaître. Il a le premier remarqué que les taches donnent une lumière rougeâtre. De ses observations il a conclu que la pénombre a une structure filiforme et la photosphère une structure granuleuse; qu'il existe à l'intérieur de certaines taches des mouvements tourbillonnants et à l'intérieur des noyaux une apparence de croûtes de couleur rose; cette découverte a été confirmée par M. P. Tacchini. Secchi a observé que la réfraction autour du Soleil est insensible, et par suite qu'il n'existe pas autour de cet astre d'atmosphère comparable à la nôtre. Les protubérances rouges furent photographiées pour la première fois en Espagne, pendant l'éclipse totale de Soleil du 18 juillet 1860, au moyen d'un procédé inventé par Secchi. Il affirma que ces protubérances sont une réalité, et non un effet de lumière, comme le croyaient certains savants; qu'elles appartiennent en propre au Soleil; que la couronne est aussi une chose réelle, plus relevée à l'équateur qu'aux pôles et à 45° encore plus qu'à l'équateur. En Sicile, pendant l'éclipse solaire totale du 22 décembre 1870, il fit des observations qui l'ont amené à penser que le Soleil est une étoile variable; enfin, il a fondé en 1872 la *Società degli Spettroscopisti italiani*, qui a pour mission de consigner chaque jour les observations faites sur le Soleil avec le spectroscope, et dont les publications font autorité.

Théorie physique du Soleil par Secchi.

Dans son Ouvrage *Le Soleil* (1870), dont l'édition italienne est de 1867, Secchi donne une théorie physique du Soleil dont voici le résumé.

Le Soleil est formé d'une masse fluide ayant une température très élevée; des métaux existent à sa surface à l'état de vapeurs permanentes. Ces vapeurs deviennent incandescentes à leur partie supérieure et forment une enveloppe, la photosphère. Les rayons que celle-ci nous envoie ont un spectre avec des raies, parce qu'ils traversent une couche de vapeurs métalliques plus froides que les autres; ces vapeurs contiennent une grande quantité d'hydrogène qui forme une autre enveloppe, la chromosphère. Au-dessus de cette seconde enveloppe, il y en a une troisième, la couronne, qui est formée d'hydrogène et de substances donnant la raie 1474. La chromosphère est constamment visible dans le spectroscope; mais la couronne, que l'on peut voir à l'œil nu, n'est visible que pendant les éclipses totales. La masse intérieure du Soleil est agitée par des mouvements violents qui soulèvent la photosphère et la chromosphère, en produisant de véritables éruptions. Pendant les éruptions, la matière chromosphérique est soulevée à des hauteurs immenses et forme des jets de flammes roses, les protubérances, d'aspects très variés et surprenants. Puis les matières métalliques retournent vers la masse intérieure en produisant dans la photosphère des cavités qui, étant remplies de matières obscures, forment les taches. Celles-ci disparaissent quand la matière brillante de la photosphère envahit les cavités. Près des

taches sont des régions brillantes, les facules; elles sont des parties de la photosphère dues aux forces éruptives ou à une activité thermique plus grande qu'ailleurs. Comme, dans les régions des taches, il se produit de violentes éruptions et des jets très rapides, les taches sont un phénomène dérivant des éruptions. L'activité du Soleil est périodique, chaque période durant 11 ans et un tiers. Tout porte à croire que l'intérieur du Soleil est à l'état gazeux jusqu'à une profondeur très grande. La radiation fait perdre au Soleil des quantités immenses de chaleur, mais les changements d'états de la matière solaire forment une principale source de compensation; on peut donc affirmer que, bien que le Soleil perde de sa chaleur, il exercera son influence calorifique et lumineuse encore pendant des millions et des millions de siècles sans changement appréciable.

Théorie physique du Soleil par M. H. Faye.

M. H. Faye a proposé en 1865 une théorie physique du Soleil différente de celle de Secchi; il l'a modifiée en 1872 et l'a exposée complètement dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1873 et pour 1874. Résumons cette théorie.

Le Soleil, en lui appliquant la théorie de Laplace sur la formation des planètes, provient de la contraction successive, due au refroidissement, d'un amas de matière nébuleuse en rotation. De cette contraction il est résulté une masse sphérique excessivement chaude, aussi en rotation, formée d'oxygène, d'autres gaz et de vapeurs métalliques, notamment de magnésium. Dès que la température des couches gazeuses extrêmes s'est abaissée au point

où les vapeurs métalliques peuvent se combiner avec l'oxygène, il est apparu à la surface de l'astre des nuages de poussières solides incandescentes de magnésie, nommées *grains de riz*, formant la photosphère lumineuse. Ces poussières, plus lourdes que la couche gazeuse, sont tombées vers le centre de l'astre, en regagnant la quantité de chaleur qu'elles avaient rayonnée quand elles se trouvaient dans la photosphère, jusqu'à ce qu'elles eurent atteint une couche dont la chaleur a mis leur oxygène en liberté et transformé leur magnésium en vapeurs. L'équilibre ayant été troublé par le développement de vapeurs formées dans cette couche, une partie de ces vapeurs est revenue vers la surface extérieure où le magnésium s'est de nouveau combiné avec l'oxygène, par suite de la température relativement basse de la surface, pour produire de nouvelles poussières lumineuses. La reproduction incessante de la photosphère résulte des courants descendants, des courants ascendants et des combinaisons chimiques à la surface extérieure. Ces mouvements pourront se continuer longtemps, parce que la masse énorme du Soleil contribue tout entière à entretenir la chaleur et la lumière; ils cesseront quand l'abaissement progressif de la température de la masse entière aura contracté les couches intérieures. Alors arrivera la fin du Soleil et peu à peu la disparition sur notre globe des végétaux et des animaux. Cette période d'extinction ne se produira que dans des millions de siècles, car on a constaté que la température moyenne de la Terre, qui dépend presque exclusivement de la radiation solaire, n'a pas varié sensiblement depuis 3000 ans.

Le Soleil a un mouvement de rotation variable, parce que la rotation des couches superficielles est diminuée par les courants ascendants, et que la rotation des couches intérieures est aug-

mentée par les courants descendants. Par suite, la rotation générale du Soleil ne peut être altérée qu'en raison de la contraction, très lentement progressive, résultant du refroidissement.

Sur la photosphère apparaissent des lacunes elliptiques dans le réseau des grains de riz : ce sont les taches du Soleil, formées d'un noyau obscur entouré d'une partie moins sombre, la pénombre; celle-ci a sur son bord des parties, les facules, plus lumineuses que les grains de riz; ces taches participent au mouvement de rotation du Soleil. D'un calcul effectué au moyen des observations de C. Carrington, M. H. Faye a conclu que les taches sont des trous en forme d'entonnoir, ayant leur grande base dans la photosphère et leur noyau obscur dans une couche située à 3600^{km} de la surface extérieure de la photosphère, et que les zones contiguës de cette enveloppe sont animées de vitesses décroissantes de l'équateur aux pôles. Ce décroissement de vitesse donne naissance dans la photosphère à des tourbillons verticaux, qui absorbent les nuages brillants extérieurs et qui entraînent dans leur entonnoir les matériaux refroidis de la chromosphère, en produisant un abaissement de température qui rend opaque le noyau obscur du tourbillon; celui-ci écarte les courants ascendants qui donnent les grains de riz. Une partie des produits lumineux de ces courants se condense autour de l'orifice supérieur du tourbillon, en double l'éclat et par suite donne lieu aux facules; une autre partie, saisie par un abaissement de température le long des parois de l'entonnoir, se condense immédiatement et s'y dépose en longs filaments qui paraissent moins brillants que les grains de riz et forment la pénombre. La rareté des taches à l'équateur provient du peu de vitesse d'une zone à l'autre dans cette région. La périodicité des taches du Soleil per-

met de regarder cet astre comme une étoile variable à très longue période et à variation d'éclat très faible encore. Les protubérances prennent naissance sur la photosphère, jaillissent de tous ses points et surtout des facules, mais jamais de l'intérieur des taches.

M. H. Faye a fait remarquer que sa théorie du Soleil rend compte de l'origine et de la constance de la radiation solaire. De cette théorie et de l'identité du Soleil et des étoiles, il conclut que la chaleur de ces astres provient de la transformation en chaleur de la force vive des matériaux disséminés sur un espace immense, et se réunissant plus tard vers une multitude de centres, en vertu de leur gravitation mutuelle.

MM. C.-A. Young et Langley, en exposant leurs idées sur la constitution du Soleil dans la *Popular Astronomy* (1877) de M. Newcomb, ont approuvé dans ses grandes lignes la théorie précédente de M. H. Faye.

Analyse spectrale des étoiles.

Le spectre des étoiles a été étudié par Fraunhofer en 1823, Donati en 1860, Sir W. Huggins et W.-A. Miller de 1862 à 1864, Secchi et M. C. Wolf en 1867, MM. H.-C. Vogel depuis 1870, E.-C. Pickering en 1881 et Dunér, qui a publié à Stockholm en 1884 un Catalogue de 352 étoiles avec les raies de leur spectre. Ces astronomes ont trouvé que les raies de l'hydrogène se voient dans toutes les étoiles, mais qu'elles sont difficilement visibles

dans les étoiles les plus brillantes d'Orion; qu'elles sont en général sombres, excepté dans γ de Cassiopée et β de la Lyre; que, dans toutes les étoiles, comme dans le Soleil, le sodium se manifeste par la double raie D, le magnésium par la raie triple *b*, le fer par de nombreuses raies; qu'un grand nombre d'étoiles donnent des bandes sombres analogues aux raies telluriques. En 1864, Sir W. Huggins a émis l'idée que la couleur des étoiles dépend de certaines vapeurs qui les entourent, et en 1865 Zöllner a écrit que les étoiles jaunes et rouges sont des étoiles en états variés de refroidissement. Secchi a rapporté en 1867 les étoiles à quatre types. Puis d'autres astronomes ont proposé des subdivisions. M. H.-C. Vogel a établi en 1874 les trois classes principales suivantes d'étoiles.

Les étoiles blanches ou bleues, qui forment la classe la plus nombreuse, ont un spectre avec des raies d'hydrogène très marquées et des raies métalliques très faibles : ce sont les plus jeunes; citons Véga, Altaïr, Sirius, Régulus, Procyon, Castor, Rigel, l'Épi, Fomalhaut. Les étoiles jaunes ont un spectre avec des raies métalliques nombreuses et bien visibles, comme dans le spectre solaire: elles sont en moyenne vie; citons Arcturus, Aldébaran, la Chèvre, la Polaire, Pollux, α de la Grande Ourse; on regarde le Soleil comme une étoile de cette classe. Les étoiles rouges ou orangées ont un spectre qui présente des raies métalliques et de nombreuses bandes obscures : elles s'approchent d'une finale extinction; citons Bételgeuse, Antarès, α d'Hercule, β de Pégase.

La spectroscopie a été appliquée en 1866 par Sir W. Huggins à l'étoile temporaire de la Couronne, et a révélé des raies brillantes, surtout celles de l'hydrogène; puis, en 1876, par M. Cornu

à l'étoile que Julius Schmidt venait de découvrir dans le Cygne. De plus, MM. C. Wolf et G. Rayet ont découvert dans le Cygne trois petites étoiles très voisines donnant des spectres remarquables par leurs raies brillantes; elles sont désignées sous le nom d'*étoiles Wolf-Rayet.*

Analyse spectrale des nébuleuses.

Sir W. Huggins, en 1864, a soumis à son spectroscope une nébuleuse planétaire et a trouvé trois raies brillantes isolées, dont l'une est la raie F de l'hydrogène, au lieu de trouver le spectre des étoiles, comme cela a lieu pour les amas d'étoiles; on lui doit les observations les plus importantes sur les nébuleuses.

Des recherches faites sur les nébuleuses, il résulte que celles-ci se divisent en deux espèces. La première comprend les nébuleuses dont le spectre a trois raies brillantes et qui, par suite, sont gazeuses; l'une de ces raies correspond à l'hydrogène. Les nébuleuses planétaires appartiennent à cette espèce. La seconde comprend les nébuleuses dont le spectre est continu, et qui, par conséquent, sont formées d'une matière pulvérulente inconnue.

De ce que les spectres des étoiles Wolf-Rayet offrent des lignes brillantes, M. C. Wolf conclut en 1870 que leur photosphère est dans un état intermédiaire entre celui des nébuleuses et celui du Soleil.

Analyse spectrale des comètes.

La première application de l'Analyse spectrale à l'étude des comètes a été faite par Donati sur la comète 1864 I. Secchi et Sir

W. Huggins ont analysé la comète 1866 I et ce dernier, la comète 1867 II. Secchi et M. C. Wolf ont examiné en 1868 la comète Winnecke. Il résulte des observations de ces astronomes que le spectre des comètes a trois bandes brillantes, une jaune, une verte et une bleue, caractérisant les hydrocarbures.

M. C. Wolf, au sujet de la comète 1881 *b*, a fait remarquer que le spectre de son noyau, outre les bandes d'hydrocarbures que donnent toutes les comètes, présentait aussi entre ces bandes des protubérances indiquant qu'il y a d'autres gaz ou vapeurs dans les régions les plus chaudes et les plus lumineuses de l'atmosphère cométaire. Un tel fait ne doit pas étonner, car les comètes C.-S. Wells et Finlay, qui se sont approchées du Soleil à une distance moindre que Mercure, ont montré dans le spectre de leur lumière les lignes du sodium, du magnésium et du fer.

L'examen du spectre de la lumière réfléchie par la Lune a conduit Sir W. Huggins et W.-A. Miller de 1862 à 1864, ainsi que M. Janssen en 1863, à conclure que la Lune n'a pas d'atmosphère.

Des découvertes faites dans les astres par l'Analyse spectrale, M. Janssen, dans un discours sur l'*Age des Étoiles*, lu en 1887 à la séance annuelle des cinq Académies, conclut que tous les astres ont la même constitution matérielle; que, la Terre ayant

été un globe de feu, le Soleil et les astres subiront des phases semblables à celles de la Terre; que, par suite, les étoiles ont un *âge* lié à la température de la matière.

Vitesse radiale des étoiles.

Les étoiles ont dans le sens du rayon visuel un mouvement dont la vitesse se nomme *vitesse radiale*. Celle-ci pourra être déterminée quand la *méthode Doppler-Fizeau*, que nous allons exposer, aura atteint un plus grand degré de précision; et il sera alors possible de trouver la vitesse absolue des étoiles, car on connaîtra les deux composantes de cette vitesse, la vitesse tangentielle et la vitesse radiale.

Doppler écrivit en 1842, sur la lumière colorée des étoiles, un Mémoire où se trouvent exposées pour la première fois les idées suivantes : Selon qu'un corps lumineux s'approche ou s'éloigne de l'observateur, l'intensité de la lumière augmente ou diminue; la coloration, pour une vitesse croissante de la source lumineuse, passe du blanc au vert, au bleu et au violet, et pour une vitesse décroissante elle passe du blanc au jaune, à l'orangé et au rouge; quand une étoile change de vitesse, sa couleur subit une variation et l'étoile peut passer par toutes les couleurs du spectre. Sous cette forme, la théorie de Doppler ne pouvait être vérifiée directement et elle fut même contestée. Mais l'influence analogue, qu'il avait signalée, du mouvement sur la hauteur des ondes sonores fut constatée par divers physiciens.

Le 23 décembre 1848, Fizeau, dans une séance de la Société philomathique, lut un Mémoire, publié seulement en 1870, dans lequel il démontre qu'en attribuant un mouvement très

rapide à un corps lumineux ou à l'observateur, on altère la longueur d'onde des rayons simples qui composent la lumière reçue dans la direction du mouvement, et que cet effet se traduit par un déplacement des raies correspondant au changement de la longueur d'onde.

La loi s'énonce ainsi : Selon qu'un corps lumineux se rapproche ou s'éloigne avec une vitesse comparable à celle de la lumière, les raies de son spectre sont déviées vers la partie violette ou vers la partie rouge.

On peut déduire de la grandeur de la déviation la valeur de la vitesse dans le sens du mouvement. Pour cela, on considère une raie d'un corps connu, ordinairement la raie de l'hydrogène incandescent, parce que ce gaz se trouve dans presque toutes les étoiles, et on reconnaît le déplacement très petit de cette raie en juxtaposant au spectre de l'étoile le spectre d'une source terrestre d'hydrogène incandescent.

Sir W. Huggins a publié en 1868 un Mémoire où il emploie la théorie de Doppler pour le déplacement des raies du spectre et où, au moyen de la déviation de la raie F de l'hydrogène dans Sirius, il calcule que cette étoile s'éloigne de la Terre avec une vitesse de 47^{km} par seconde.

Pour trouver une preuve de la validité de cette théorie, Zöllner indiqua le premier qu'il fallait d'abord faire les observations avec le Soleil, parce que l'on connaît la vitesse de son mouvement de rotation. Elles furent faites par M. H.-C. Vogel en 1871 et par M. C.-A. Young en 1876. M. Rowland a construit en 1882 des réseaux qui rendent précises les mesures dans le spectre solaire. Les résultats des observations ne furent concluants qu'en 1880, après la démonstration de Thollon.

La méthode Doppler-Fizeau, ayant été appliquée avec succès dans des conditions très variées à des cas susceptibles de vérification, peut être avec confiance employée pour déterminer la vitesse d'une source lumineuse; mais elle présente toujours des difficultés pour les étoiles, parce que leur lumière est faible et que le déplacement de la raie considérée par rapport à la raie de repère est très petit.

GÉODÉSIE.

—

Triangulations.

En France, pour la Carte de l'État-Major, la mesure des triangles de premier et de second ordre fut achevée en 1854, et celle des triangles de troisième ordre en 1863.

Dans les Iles Britanniques, les principaux travaux géodésiques ont été faits par l'*Ordnance Survey Office*, qui date de 1791. La triangulation de l'Inde anglaise a été dirigée de 1843 à 1861 par A. Waugh, et de 1861 à 1878 par J.-T. Walker; elle comprend la mesure d'un arc de méridien de 21°.

En Belgique, les triangulations ont été faites de 1853 à 1873.

Dans le Danemark, les triangulations ont été terminées en 1870. Andræ a fait achever en 1867 la mesure d'un arc de méridien et d'un arc de parallèle se rattachant à ceux que Gauss avait mesurés. Il en a publié les résultats de 1867 à 1885 dans son Ouvrage intitulé *Den danske Gradmaaling* (1867-1885), dont une partie rédigée en français a pour titre *Problèmes de haute Géodésie* (1881).

Dans les Pays-Bas, les travaux ont été repris en 1861.

Dans la Bavière et le Palatinat, les opérations géodésiques ont été achevées en 1854. Dans le reste de l'Allemagne, elles ont été continuées en 1847 par Baeyer. Elles embrassent la mesure, terminée en 1877, de l'arc du parallèle à 52° compris entre les frontières belge et russe.

En Autriche et en Hongrie, l'Institut militaire géographique

de Vienne a fait mesurer, de 1862 à 1890, des chaînes de triangles dans la direction de trois parallèles et de six méridiens.

En Russie, W. Struve et T.-F. de Schubert terminèrent leurs travaux géodésiques respectivement en 1855 et en 1862.

Les triangulations de premier ordre dans les diverses parties de l'Italie furent faites surtout de 1836 à 1863; les autres travaux se sont continués depuis cette époque.

Les grandes triangulations de l'Espagne, commencées en 1859 à Madrid par une Commission militaire, avec des instruments précis, ont été terminées en 1877 à Ares par l'Institut géographique, sous la direction d'Ibañez.

En 1895, M. Defforges a présidé, sur la demande du Gouvernement de la Roumanie, à la mesure des trois bases fondamentales de la Carte militaire de cette contrée. Ensuite, sur la demande du Gouvernement de la Porte, la France l'a envoyé en mission officielle pour organiser le Service de la Carte militaire de l'Empire Ottoman. En février 1897, la base centrale était mesurée, les coordonnées de départ déterminées astronomiquement et les triangulations commencées. Les opérations, interrompues par la guerre turco-grecque, vont se continuer.

Jusqu'en 1862, on avait mesuré dans l'Europe deux grands arcs de méridiens : l'arc hispano-franco-anglais de 22°40′, s'étendant de Formentera, dans les îles Baléares, à Saxavord, dans les îles Shetland, et l'arc russo-scandinave de 25°20′, compris entre Hammerfest, sur les bords de la mer Glaciale, et Ismaïl, sur les bords du Danube; trois petits arcs de méridiens en Hanovre, en Danemark et dans la Prusse orientale; deux arcs de parallèles, l'arc franco-sarde-autrichien de Marennes à Orsova et l'arc franco-

bavarois-autrichien de Brest à Vienne. En Russie, les observations furent faites par la méthode de W. Struve.

Le Bureau hydrographique des États-Unis a terminé en 1878, entre les États du Maine et de Géorgie, une triangulation ayant 18° de longitude et 12° de latitude.

De 1837 à 1849, Antoine d'Abbadie a fait des levés en Abyssinie par les méthodes de la Géodésie expéditive; il expose ces méthodes et donne les résultats de ses observations dans sa *Géodésie d'une partie de la Haute-Éthiopie* (1860-1874), publiée avec la collaboration de M. R. Radau pour les calculs et la construction des Cartes.

Les Cartes marines étaient, jusque vers 1845, établies par des levés sous voiles, qui ne donnaient que des croquis, ou par des procédés géodésiques souvent impraticables dans les pays sauvages. Mouchez les établit par une méthode mixte consistant à employer des points fixes déterminés par des observations astronomiques faites à terre; et pour cela il avait fait modifier par J. Brunner, en 1849 et en 1856, la lunette méridienne pour la rendre portative. Il levait rapidement et avec assez d'exactitude les contours d'une côte ou d'une baie, en faisant avec le théodolite un petit nombre de stations sur des points culminants. Vers 1850, il introduisit dans la manière de faire le point une modification qui fut ensuite pratiquée sous le nom de *méthode américaine*. Il établit de 1867 à 1873, sur une étendue de 800^{km}, la Carte des côtes de l'Algérie, qui n'étaient connues que par le levé sous voiles fait de 1831 à 1835 par Bérard et de Tessan.

Il est bon de remarquer que, dans les levés de reconnaissance des côtes, on peut obtenir les angles avec rapidité et une précision suffisante en employant la chambre claire de Wollaston modifiée par M. A. Laussedat en 1854.

Nivellements.

La France en 1857 et la Suisse en 1863 ont donné l'exemple des nivellements faits avec précision. En France, où des surfaces différentes de niveau avaient été employées, Bourdaloue dirigea un nivellement général, en le faisant avec précision et en rapportant les distances au niveau moyen de la Méditerranée, à Marseille; il fit les opérations de 1857 à 1863. D'autres nations, d'abord l'Allemagne en 1864, la Russie en 1873 et l'Italie en 1876, imitèrent la France et la Suisse. Des nivellements qui ont été alors effectués, il semble résulter que le niveau moyen des mers est à peu près le même pour toutes les contrées.

Attractions locales.

L'*Ordnance Survey Office*, dirigé par H. James, de 1854 à 1874, a déterminé les attractions locales dues au relief du sol autour des stations, pour corriger les latitudes observées.

En Russie, T.-F. de Schubert proposa en 1860 de faire niveler, d'après la méthode anglaise, le terrain des stations astronomiques des principales mesures d'arcs de méridiens, non seulement en déterminant la déviation nord-sud du fil à plomb, mais aussi la déviation est-ouest.

La comparaison entre les mesures astronomiques et les mesures géodésiques amena Villarceau à reconnaître que les attractions locales ont, selon une opinion qui commençait alors à se manifester, une influence sur les longitudes et les azimuts. Il étudia la question d'une manière approfondie et parvint à établir en 1866 une relation qui a lieu, quelles que soient les attractions locales, entre leurs effets sur les longitudes et les azimuts.

Forme de la Terre.

Villarceau a en outre démontré en 1868 un autre théorème relatif aux attractions locales et en a tiré des conséquences qui facilitent la solution du problème de la détermination de la figure de la Terre : en 1871, il a donné une méthode de calcul pour déterminer la forme de la Terre, sans employer de nivellements proprement dits; enfin, en 1873, il compléta ses nombreuses recherches sur les attractions locales; ses travaux l'ont conduit à rejeter l'hypothèse que la Terre diffère notablement d'un ellipsoïde de révolution.

Des mesures d'arcs terrestres, les astronomes ont conclu que la Terre est un sphéroïde aplati aux pôles; de plus, Bessel en 1841 et Airy en 1848, admettant que ce sphéroïde est un ellipsoïde de révolution, ont trouvé par le calcul à peu près les mêmes nombres pour son aplatissement et pour le rayon de son équateur. T.-F. de Schubert avait émis l'idée que la Terre a la forme d'un ellipsoïde à trois axes inégaux. M. Clarke a calculé en 1858 les éléments de cet ellipsoïde; mais il reconnaît que les données sont insuffisantes pour résoudre définitivement le problème.

En outre, on a remarqué qu'en certains endroits le fil à plomb est dévié de la position qu'il devrait occuper d'après l'hypothèse précédente, et que cette déviation n'est pas toujours l'effet des masses montagneuses; aussi a-t-on eu l'idée de rechercher si les anomalies constatées ne sont pas dues à des dépôts en ces endroits de métaux plus denses que la terre ou à l'absence de matières dans de grandes cavités. En 1862, M. H. Faye a signalé au Bureau des Longitudes l'importance des travaux géodésiques anglais et russes, et lui a proposé des conclusions tendant surtout à réunir les nivellements et les reconnaissances géologiques, afin de calculer les déviations produites par les attractions locales dans la direction de la pesanteur.

PERRIER.

18 avril 1833 — 21 février 1888.

> Il avait promis de consacrer sa vie à relever la Geodésie française, dans l'acception la plus large du mot; il a tenu parole.
>
> BORSON.

François Perrier, né à Valleraugue (Gard), devint élève de l'École d'État-Major en 1855, à sa sortie de l'École Polytechnique; il était capitaine lorsqu'il fut fait prisonnier, lors de la capitulation de Metz. En revenant de captivité, il dirigea à l'École supérieure de Guerre l'instruction scientifique de l'Armée, et réorganisa le Service géographique du Ministère de la Guerre. Grâce aux arguments de M. H. Faye et à l'intervention du Bureau des Longitudes, le Gouvernement adopta le projet de la

[illegible] fut [illegible] en [illegible]
[illegible] contribué [illegible]
[illegible] géodésique [illegible]
[illegible] graphique [illegible]
[illegible] en 187[illegible]
[illegible] Service [illegible]
[illegible] de l'Académie [illegible]

[illegible] méthodes nouvelles [illegible]
[illegible] en faisant plusieurs [illegible]
[illegible] C'est en partie
[illegible] des côtes de
[illegible] tellement [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] travaux [illegible]
[illegible] l'eau [illegible]
[illegible] la figure du globe
[illegible]
[illegible] en le [illegible]
[illegible] résultats [illegible]

[illegible]



F. PERRIER
1833-1888

revision de la méridienne de France et Perrier fut chargé en 1870 de commencer les opérations. Après avoir contribué à faire entrer en 1871 la France dans l'Association géodésique internationale, Perrier représenta le Service géographique français aux sessions générales de cette Association. Il devint en 1873 membre du Bureau des Longitudes, en 1879 chef du Service géodésique au Ministère de la Guerre, en 1880 membre de l'Académie des Sciences et en 1886 général de brigade.

Il s'est rendu célèbre en créant des méthodes nouvelles, en perfectionnant les instruments de mesure, en faisant plusieurs triangulations dont nous allons parler en détail. C'est en participant aux travaux de la jonction trigonométrique des côtes de France et d'Angleterre, en 1861, que Perrier fut tellement frappé de l'infériorité des procédés et des instruments employés par le Service géodésique de l'Armée française, en les comparant à ceux dont faisaient usage les ingénieurs anglais, qu'il résolut de se consacrer à la régénération de ce Service. Les travaux géodésiques qu'il a effectué en Algérie sont importants pour l'établissement de la Carte de cette contrée et pour l'étude de la figure du globe terrestre; ils lui ont offert l'occasion qu'il cherchait de perfectionner le Service géodésique du Dépôt de la Guerre, en le dotant d'instruments astronomiques qui donnent des résultats plus exacts que les anciens.

On doit à Perrier l'organisation de l'Observatoire géodésique de Montsouris et celle d'un Observatoire météorologique sur le dôme de l'Aigoual, montagne qui domine sa ville natale.

En Floride, où il avait été délégué, sur sa demande, pour observer le passage du 6 décembre 1882 de Vénus sur le Soleil, il fut victime d'une fièvre dont il ne put guérir complètement.



Jonction geodésique de la France avec l'Angleterre.

Avant 1861, le travail de jonction des triangulations de la France avec l'Angleterre, par-dessus le détroit du Pas-de-Calais, avait été plusieurs fois entrepris par des géodésiens de ces deux nations, mais sans succès, parce que les signaux ordinaires ne pouvaient être nettement aperçus d'une rive du détroit à l'autre rive. Dans les années 1861 et 1862, cette jonction fut opérée séparément et simultanément, en se servant de l'héliotrope de Gauss, par deux Commissions composées, l'une d'ingénieurs anglais, notamment H. James et M. Clarke, l'autre d'officiers français, dont le chef, Levret, eut Perrier pour collaborateur le plus actif. Des travaux de ces deux Commissions, il est résulté la mesure d'un nouvel arc de la méridienne de France, ayant 13° et s'étendant de Dunkerque aux îles Shetland.

Mesure d'un arc de parallèle en Algérie.

Pour l'étude de la forme de la Terre, on n'avait employé jusqu'en 1864 que des arcs de méridiens, parce qu'on n'avait ni méthode, ni instruments permettant d'obtenir avec une précision suffisante les amplitudes célestes des arcs de parallèle. Afin de remédier à cet inconvénient, l'État-Major français chargea Perrier de diriger en Algérie les opérations de mesure d'un arc de parallèle terrestre; c'est dans ce pays qu'à partir de 1867, Perrier se servit, pour remplacer le cercle répétiteur, d'un *cercle réitérateur* qu'il avait fait construire par E. Brunner. Il fit mesu-

rer, avec une très grande précision, deux bases ayant une longueur d'environ 10^{km}, l'une à Oran, l'autre à Bône. En 1869, la triangulation de l'Algérie était terminée dans la région du Tell et il ne restait plus, pour fixer la place de cette région sur le sphéroïde terrestre, qu'à mesurer la longitude, la latitude et un azimut en une station centrale, qui fut la ville d'Alger. La mesure de la différence de longitude entre Paris et Alger fut faite en 1874 par Perrier, qui resta dans la première ville, et par M. M. Lœwy, qui se rendit dans la seconde. Pour cette mesure, sur la proposition de Le Verrier, l'enregistrement électrique fut appliqué à l'observation des passages et à l'échange des signaux. Le nombre ainsi trouvé concorde avec celui que MM. M. Lœwy et Stéphan ont obtenu à la même époque au moyen de deux opérations, l'une entre Paris et Marseille, l'autre entre Marseille et Alger. Ensuite, Perrier, installé dans un Observatoire qu'il avait établi sur le plateau de Voirol, dominant les collines de Mustapha, trouva la latitude d'Alger par l'observation des distances zénithales méridiennes de 46 étoiles voisines du zénith. Il détermina, en 1874 et en 1878, l'azimut d'un point de repère situé sur un mamelon élevé de l'Atlas et très voisin du méridien d'Alger, la latitude et l'azimut de Bône et de Nemours, villes voisines des extrémités de l'arc de parallèle mesuré, et les différences de longitude entre ces trois villes; il a apporté un soin tout particulier au calcul des positions géographiques, en faisant, pour obtenir la concordance des bases, des corrections sur les angles d'après une méthode que Laplace donne dans sa *Théorie analytique des Probabilités* (1812). Des résultats que Perrier trouva en mesurant un arc de parallèle algérien de 9° 36′, il résulte que la courbure de la Terre est irrégulière dans la région où se trouve cet arc.

Jonction géodésique de l'Algérie avec l'Espagne.

Levret avait prouvé en 1863 que la jonction géodésique de l'Algérie avec l'Espagne, par-dessus la Méditerranée, était théoriquement possible, parce que la courbure de la Terre n'intercepte pas la trajectoire des rayons visuels allant de l'Atlas aux sierras de Grenade et de Murcie. Perrier reconnut en 1868 sur le terrain même que cette jonction était matériellement possible. En 1873, Ibañez et Perrier, qui dirigèrent les opérations de cette jonction, choisirent les stations très élevées de Mulhacen et Tetica en Espagne, de Filhaoussen et M'Sabiha en Algérie, formant un quadrilatère dont chaque sommet est visible de chacun des trois autres. Comme les signaux devaient être perceptibles à des distances d'environ 300^{km}, ils durent avoir recours à la lumière solaire pendant le jour et à la lumière électrique pendant la nuit. Pour les signaux de nuit, ils se servirent d'appareils que venait d'imaginer M. A. Laussedat. Ce fut un travail très difficile que de faire transporter à de si grandes hauteurs une machine magnéto-électrique de Gramme, une machine à vapeur pour l'actionner et les instruments géodésiques. Malgré ces difficultés, malgré les attaques des tribus insoumises, malgré la gêne apportée par le ciel brûlant de l'Algérie et par les neiges couvrant à la fin de l'été la montagne de Mulhacen, les observateurs réussirent pleinement à opérer la jonction projetée, grâce aux signaux électriques de nuit qui seuls furent aperçus. Les observations, commencées le 9 septembre, se terminèrent le 1er octobre. L'opération géodésique fut complétée du 5 octobre au 16 novembre, par le rattachement des réseaux astronomiques de l'Espagne et de

l'Algérie. Ainsi se trouve réalisé, au moyen des plus grands triangles qui aient été mesurés, un vœu émis par Biot et Arago à leur retour d'Espagne.

Nouvelle mesure de la méridienne de France.

Puissant, dans un Mémoire lu à l'Académie des Sciences, déclarait en 1836 que Delambre et Méchain avaient commis une erreur dans la mesure de la méridienne de France; c'est pourquoi l'Observatoire de Paris délégua Villarceau, de 1861 à 1866, pour vérifier les opérations géodésiques en huit points de la méridienne de France, au moyen de déterminations astronomiques de longitudes, de latitudes et d'azimuts. Quelques-unes des erreurs dont étaient entachées les opérations de Delambre et Méchain furent alors corrigées; en 1870, Perrier fut chargé de reprendre la triangulation entre Dunkerque et Barcelone.

Il employa pour mesurer les angles des instruments plus parfaits, construits par E. Brunner, avec des microscopes au lieu de verniers; il remplaça la méthode de répétition par celle de réitération; il détermina les différences de longitudes au moyen de l'électricité; il supprima les sources d'erreurs sur la mesure des angles en se servant de signaux qu'il faisait construire, au lieu d'employer des signaux naturels, en modifiant d'une manière heureuse l'héliotrope de Gauss, en faisant de nombreuses vérifications. De 1870 jusqu'à sa mort, il dirigea les opérations. En 1879, celles-ci étaient terminées entre Perpignan et Melun.

M. Bassot, qui fut pendant 18 ans le collaborateur de Perrier, est chargé depuis 1888 de continuer cet important travail; il en a exposé les résultats dans les réunions de l'Association géodé-

sique internationale, en 1888 à Salzbourg, en 1890 à Fribourg. Dans cette dernière réunion, M. Bassot a annoncé la fin des observations sur le terrain et les deux mesures en 1890 de la base de Paris, située entre Villejuif et Juvisy, longue de 7300^m. Il y a une base de vérification à Perpignan et une autre à Cassel.

Grâce aux travaux de Perrier et de M. Bassot, on peut compter sur l'exactitude de la longueur de la méridienne de France, car sa mesure est appuyée sur trois bases, les angles du réseau de triangles ont été évalués avec précision, et les opérations sont contrôlées par des observations astronomiques dont les stations ont été achevées en 1894.

BAEYER.

5 novembre 1794 — 10 septembre 1885.

Johann-Jacob Baeyer, né à Müggelheim, près de Köpenik, en Prusse, entra en 1813 dans l'Armée et en 1816 à l'École militaire de Coblentz. Il fut nommé en 1821 officier dans l'État-Major prussien. De 1831 à 1836, pendant qu'il était professeur à l'École militaire de Berlin, il mesura un degré terrestre sous la direction de Bessel. En 1858, Baeyer devint lieutenant-général à Dantzig. L'Académie des Sciences de Berlin l'inscrivit en 1865 au nombre de ses membres d'honneur.

Baeyer conçut le projet de soumettre les diverses questions de Géodésie à un examen sérieux, et de relier toutes les triangulations de l'Europe centrale, afin d'en déduire la mesure d'une vaste zone terrestre, de 17° en longitude et de 21° en latitude, comprise entre les parallèles de Palerme et de Christiania, et

entre les méridiens de Bonn et de Königsberg. Après avoir proposé son projet au Gouvernement prussien, qui l'accueillit favorablement, Baeyer publia en 1861 son Mémoire intitulé *Ueber die Grösse und Figur der Erde,* et fit proposer aux Gouvernements intéressés de s'associer pour mettre son projet à exécution. La Saxe et l'Autriche répondirent aussitôt à son appel, et, à la suite de l'entente avec Baeyer des délégués de ces deux États, la plupart des Gouvernements nommèrent des délégués qui constituèrent en 1862, pour la mesure des degrés dans l'Europe centrale, une *Association géodésique,* que Baeyer dirigea seul.

Association géodésique internationale.

En octobre 1864, la Conférence géodésique de Berlin, où la Russie, l'Italie, la Suède et la Norvège avaient envoyé des délégués, nomma une Commission permanente devant se réunir chaque année et être l'organe supérieur de l'Association géodésique, qui devint *internationale* et créa un Bureau central dont Baeyer devint le président à vie, et qui avait pour mission d'obtenir l'uniformité des méthodes d'observation et de calcul dans les mesures géodésiques et astronomiques.

La Commission permanente, par les Réunions annuelles et par les Congrès de Berlin en 1864 et en 1867, de Vienne en 1871, de Dresde en 1874, est arrivée à résoudre d'une manière satisfaisante les questions de Géodésie moderne. La France, qui avait été l'initiatrice des travaux de mesure de la Terre, est restée à peu près stationnaire, pendant que les nations étrangères couvraient leur sol de triangulations en employant de meilleurs instruments

et procédés d'observation et de calcul. Elle hésita même longtemps avant de céder aux instances de l'Association qui lui demandait de prendre part à ses travaux. Ce fut seulement en 1871 qu'elle commença à en faire partie et désigna Delaunay pour la représenter au Congrès de Vienne. En 1874, M. H. Faye fut nommé membre de la Commission permanente. L'Association vint tenir à Paris, en 1875, sous la présidence d'Ibañez, un Congrès, où fut décidée la construction d'une règle géodésique internationale pour la mesure des bases et où Perrier déclara que les observations de nuit sur les repères d'une triangulation « donnent une précision au moins égale, sinon supérieure aux observations de jour ».

Pour comprendre dans son domaine toutes les mesures effectuées hors de l'Europe, l'Association géodésique internationale fut réorganisée, après la mort de son fondateur Baeyer : le Gouvernement prussien prit l'initiative de la réforme. Dans une Conférence tenue à Berlin en octobre 1886, les délégués des principales contrées de l'Europe, l'Angleterre exceptée, et de quelques contrées des autres parties du Monde, décidèrent que l'Association géodésique internationale avait pour but la mesure des degrés de toute la Terre; qu'elle aurait à Berlin un Bureau central de calculs; qu'une Commission permanente, composée de 11 membres, se réunirait tous les ans, dans une ville des États associés; que l'Association aurait tous les trois ans une réunion plénière où la Commission permanente serait renouvelée par moitié. Ibañez fut alors nommé président de cette Commission et M. R. Helmert directeur du Bureau central des calculs.

A la Réunion de la Commission permanente à Nice en 1887, l'empereur du Brésil Dom Pedro d'Alcantara déclara que le

Brésil ferait partie de l'Association; cette accession présentait un grand intérêt, parce que l'on n'avait presque pas encore de mesures dans l'Amérique du Sud. M. Ch. Lallemand a démontré la nécessité d'apporter aux résultats des nivellements de précision une correction due aux variations de la pesanteur.

A la Conférence générale de Paris en 1889, M. G. Davidson a annoncé l'accession des États-Unis à l'Association géodésique et a demandé une nouvelle mesure de l'arc du Pérou avec toutes les ressources de la science moderne.

Plusieurs questions ont été discutées dans la Réunion de la Commission permanente à Fribourg en 1890. MM. Bouquet de la Grye et Ch. Lallemand ont lu chacun un Mémoire sur le choix d'un zéro unique pour les nivellements. Comme les recherches de la Géodésie exigent que les points soient rapportés à une même surface, l'Association s'était déjà occupée de la question difficile du zéro unique; elle avait d'abord conseillé d'installer dans les ports des instruments, appelés *marégraphes*, pour enregistrer les variations du niveau des mers, ce qui fut fait dans plusieurs ports; elle avait demandé que les nivellements fussent faits deux fois et en sens inverses pour s'assurer de leur degré d'exactitude. Dans son Mémoire, M. Bouquet de la Grye, se basant sur ses nombreuses observations à Brest, est favorable au projet de prendre pour surface fondamentale le niveau moyen de l'Océan; il montre que l'on peut obtenir rapidement le niveau moyen de la mer et faire facilement les corrections dues aux marées et aux vents, en appliquant les formules qu'il donne. M. Ch. Lallemand a été porté par ses recherches à penser que toutes les mers ont le même niveau moyen : il en résulterait que la question du zéro unique perd de son importance. M. Def-

forges a parlé de ses recherches sur la loi de décroissance des amplitudes du pendule. Les membres ont discuté la question de la variation des latitudes. La détermination exacte des latitudes terrestres est importante en Astronomie, parce que les latitudes servent à trouver les déclinaisons des étoiles, et en Géodésie, parce que, pour calculer la forme de la Terre et obtenir les amplitudes des arcs de méridien mesurés, on détermine les différences des latitudes. En comparant les latitudes mesurées avec soin en 1889 et en 1890, à Berlin, à Potsdam et à Prague, le Bureau central a conclu que la latitude a une variation périodique d'environ une demi-seconde. Villarceau, de 1856 à 1861, avait aussi trouvé à Paris des variations annuelles de la latitude. Il paraît probable qu'il s'agit d'un phénomène général. La question de la variation des latitudes, qui préoccupe les astronomes, a été examinée avec soin en 1891 par M. R. Radau dans un des chapitres du *Traité de Mécanique céleste* de Tisserand.

Dans la Réunion de la Commission permanente à Florence en 1891, M. H. Faye a été nommé président de cette Commission en remplacement d'Ibañez. Les premiers résultats obtenus par la mission d'Honolulu relativement à la variation des latitudes ont été communiqués. M. Ch. Lallemand annonça que les travaux de nivellement du réseau de premier ordre étaient presque terminés en France ; M. R. Helmert lut un long Rapport sur la question générale des nivellements et conclut qu'il était actuellement impossible de transporter un zéro fondamental par un nivellement géométrique étendu.

M. R. Helmert a déclaré dans la Conférence générale de Bruxelles, en 1892, que M. Chandler a pu démontrer la variation périodique des latitudes pour une longue série d'années, par la

discussion de matériaux tirés des données de nombreux Observatoires. Il en résulterait que le déplacement de l'axe de la Terre dans celle-ci est la cause de cette variation, qui a une période annuelle en même temps qu'une période d'environ 14 mois. Cette question a encore été agitée aux Réunions de Genève en 1893, d'Insprück en 1894 et de Lausanne en 1896; M. H.-G. Van de Sande Bakhuyzen a présenté à Lausanne des considérations utiles sur le mode d'étude des variations périodiques de la latitude. M. R. Helmert a lu à Bruxelles la suite de son Mémoire de Nice sur les déviations de la verticale. Ayant rapporté à l'ellipsoïde de Bessel et à celui de Clarke un grand nombre d'observations, il a reconnu que le premier s'adapte mieux aux résultats que le second et que les masses continentales exercent une attraction sur le fil à plomb.

A la Conférence générale de Berlin en 1895, M. Ch. Lallemand a lu, sur le rôle des erreurs systématiques dans les nivellements de précision, une Note où il rappelle qu'il a indiqué en 1889, dans son Ouvrage *Nivellement de haute précision,* une méthode graphique simple pour mettre en évidence ces erreurs et en mesurer la grandeur; il a trouvé qu'elles varient de $0^{mm},05$ à $0^{mm},30$ par kilomètre, dans les principaux réseaux des nivellements européens.

La Russie a apporté à l'Association la mesure, terminée en 1894, de la partie de l'arc du parallèle à 52° comprise entre Varsovie et Orsk, dans l'Oural. Cet arc de parallèle, prolongé jusqu'à l'île Valentia en Irlande, par des savants prussiens, belges et anglais, a une amplitude de 60°.

A la Réunion de la Commission permanente à Stuttgart en 1898, M. H.-G. Van de Sande Bakhuyzen a dit que les études de

son frère, M. E.-F. Van de Sande Bakhuyzen, et de lui-même ont confirmé l'existence d'une variation de la latitude soumise à deux périodes, l'une de 431 jours et l'autre de 365. Après une longue discussion sur la question des latitudes, les membres de la réunion ont décidé d'organiser, aux frais de l'Association géodésique, un service international de latitude avec six stations sur le parallèle à 39°8′, et ils ont proposé d'adopter la méthode de Horrebow. Notons que MM. Lœwy a proposé en 1885, pour déterminer la latitude, une méthode qui est fondée sur un autre principe que la précédente, et que l'on emploie actuellement à l'Observatoire de Paris. Ensuite, on a examiné les Rapports des délégués de 14 Gouvernements sur l'état de la Géodésie dans chaque pays. Le premier rang est occupé par l'Allemagne, où les officiers de la *Landesaufnahme* ont mesuré avec soin un vaste réseau de triangles. En Algérie et en Tunisie, les officiers que dirige M. Bassot ont, depuis trois ans, mesuré huit grandes bases et auront bientôt achevé la triangulation de deux longues chaînes reliées par quatre lignes méridiennes. Enfin M. Bouquet de la Grye a lu son Rapport sur plus de 70 marégraphes qui fonctionnent en Europe; il a trouvé que la France emploie le type le plus simple de ces instruments, et que le niveau moyen de la mer, et par suite du sol, reste à peu près stationnaire aussi bien à Brest qu'au Havre.

MÉTÉOROLOGIE.

Observations à Paris.

L'Observatoire de Paris n'a plus le Service météorologique dans ses attributions depuis 1873; mais il continue à faire des observations météorologiques. De telles observations se font aussi depuis cette époque à l'Observatoire créé en 1871 à Montsouris. De plus, des observations météorologiques et magnétiques suivies sont faites à l'observatoire du Parc de Saint-Maur.

La relation entre les aurores boréales et le magnétisme terrestre fut reconnue d'abord par Celsius, qui publia un Recueil de 316 observations faites de 1716 à 1733, et en 1751 par Wargentin. Arago remarqua que les aurores agitent les aiguilles aimantées. Donati, à l'occasion de la grande aurore du 4 février 1872, émit l'idée qu'il y a des courants électriques allant du Soleil à la Terre; mais M. H. Faye pense que les aurores boréales proviennent des courants magnétiques terrestres définis par Ampère, que la chaleur solaire dévie régulièrement la boussole par l'intermédiaire de l'électricité atmosphérique, et qu'elle produit l'oscillation semi-diurne du baromètre par l'intermédiaire de la vapeur d'eau.

Cartes des vents et des courants marins.

Maury, frappé par les phénomènes barométriques dans les parages du cap Horn, eut l'idée en 1831 de coordonner les observations météorologiques qui, de temps immémorial, avaient été consignées sur les livres de bord des navires; il en déduisit des Cartes de vents et de courants marins, et il en conclut un moyen de diminuer le plus possible le temps à employer pour une traversée; c'est ainsi qu'il parvint à déterminer une route, plus courte et plus avantageuse que celle que l'on suivait, pour se rendre des États-Unis à Rio de Janeiro. En 1853, sous l'impulsion de Maury, alors directeur de l'Observatoire naval de Washington, et sur la proposition des États-Unis, il s'ouvrit à Bruxelles un Congrès international composé des délégués des principaux États de l'Europe et de l'Amérique; ces délégués fixèrent l'uniformité des observations nautiques. Les renseignements nombreux que Maury reçut après ce Congrès lui permirent de compléter ses Cartes et de les rendre très utiles aux marins.

Redfield avait remarqué dès 1821 que les tempêtes marchent en s'élargissant peu à peu, en se segmentant parfois, mais sans jamais dévier de trajectoires déterminées, en un mot qu'elles ont un mouvement giratoire et progressif; c'est pour cette raison qu'elles ont été plus tard appelées *cyclones* par Piddington.

A partir de 1835, au moyen de Cartes donnant la direction du vent sur tout le domaine d'une tempête, Reid et Redfield aux États-Unis, Piddington aux Indes anglaises, ont reconnu que

les vents tournent autour d'un centre, et, de ce caractère, ils déduisirent les règles de manœuvre d'un navire dans une tempête.

MAURY.

14 janvier 1806. — 1er février 1873.

Matthew-Fontaine Maury, né à County Spottsylvania, en Virginie, obtint en 1825 le brevet d'aspirant de marine et en 1829 celui de lieutenant. Il fut alors nommé astronome de l'expédition chargée d'explorer les mers du Sud, dirigea ensuite à New York le dépôt des Cartes et instruments des États-Unis, jusqu'à la guerre de Sécession, en 1861. Maury fut chargé par les Confédérés du soin de protéger les côtes, puis fut délégué à Londres avec la mission de défendre les intérêts des États-Unis. L'Angleterre reçut Maury avec de grands honneurs. Après la guerre, en 1865, le Gouvernement des États-Unis le nomma professeur de Géographie physique et d'Astronomie à l'Institut militaire de Lexington, en Virginie.

Premiers essais de Télégraphie météorologique.

Le 14 novembre 1854, une tempête très violente sur les côtes de la Crimée faisait sombrer un des plus grands bâtiments de guerre français, le *Henri IV;* à la suite de cet ouragan, des coups de vent se produisirent dans l'Ouest de l'Europe, en Autriche et en Algérie. Le Verrier, sur l'invitation du Ministère de la Guerre, demanda aux météorologistes des pays frappés par le fléau des

renseignements sur l'état de l'atmosphère du 12 au 16 novembre. De la discussion des observations qui avaient été faites, on conclut que l'imminence du danger aurait pu être signalée en Crimée au moyen du télégraphe électrique entre ce pays et Vienne. En Angleterre, la création d'un *Meteorological Office* à Londres fut décidée en 1854 par le Gouvernement, et ce Service commença à fonctionner en 1855 sous la direction de Fitz-Roy. Le 17 février 1855, le directeur de l'Observatoire et le directeur des Télégraphes étaient autorisés par le Gouvernement français à organiser un réseau de *Télégraphie météorologique* destiné à annoncer l'arrivée des tempêtes. Le réseau était composé en 1857 de 14 stations françaises et de 5 stations étrangères.

A partir du 16 décembre 1863, l'Observatoire de Paris inséra chaque jour dans son *Bulletin international* une Carte météorologique contenant des *lignes isobares* ou lignes d'égale pression barométrique avec le résumé au bas de la Carte de l'état météorologique du jour, et expédia par le télégraphe un abrégé de ce travail, en y joignant les *prévisions du temps*, aux ports de France et aux directeurs des Services météorologiques à l'étranger. Le réseau de Télégraphie météorologique était composé en 1872 de 22 stations en France et en Algérie et de 46 à l'étranger; ces stations eurent pour centre l'Observatoire physique de Montsouris officiellement rattaché à l'Observatoire de Paris en 1872, et Marié-Davy fut nommé chef de service. Les renseignements étaient mis à la disposition du public et des journaux par le Bureau des passages de la Compagnie transatlantique.

Des Services centraux météorologiques ont été établis en 1866 à Christiania, en 1872 à Copenhague et à Stockholm, à la fois pour la Norvège, le Danemark et la Suède; en 1849 à Utrecht pour les Pays-Bas où un Service d'avertissements de tempêtes fut organisé en 1860 par Buys-Ballot; en 1876 à Bruxelles pour la Belgique; en 1848 à Berlin pour la Prusse; en 1875 à Hambourg qui devint bientôt après le centre des réseaux de l'Empire allemand; en 1863 à Berne pour la Suisse; vers 1880 à Vienne pour recevoir les renseignements des localités d'Autriche, de Hongrie, d'Italie, de France et d'Allemagne; en 1849 à Saint-Pétersbourg où se centralisent les renseignements d'un vaste réseau comprenant la Russie, la Sibérie et des localités de Scandinavie, Allemagne, Autriche, Italie, France, Iles Britanniques et Asie; en 1854 à Lisbonne pour le Portugal; en 1865 à Madrid pour l'Espagne, le Portugal et les îles Baléares.

En Angleterre, le *Meteorological Office* fut placé en 1877 sous le contrôle de la Société Royale de Londres. Il est dirigé depuis 1867, par M. Robert-H. Scott, dont l'Ouvrage *Weather Charts and Storm warnings* (1876), traduit en français (1879), donne l'explication des Cartes du temps envoyées aux journaux.

Bureau central météorologique de France.

Le décret du 14 mai 1878 a créé le *Bureau central météorologique de France* pour former un Service distinct de l'Observatoire de Paris, avec M. E. Mascart comme directeur et M. Fron

comme chef du Service des avertissements. Deux autres Services, celui de la climatologie et des instruments et celui de la Météorologie générale, avaient été prévus dès l'origine, mais n'ont pu être organisés que l'année suivante quand le Bureau eut quitté l'Observatoire. Ces derniers Services, organisés et dirigés par M. A. Angot, sont chargés de la comparaison de tous les instruments destinés aux stations météorologiques et aux navires qui font des observations, de l'étude des instruments nouveaux, de la vérification et de la publication des observations, enfin des études théoriques relatives à la climatologie. Le Service des avertissements reçoit chaque jour 170 dépêches télégraphiques de la France, du reste de l'Europe, de Terre-Neuve, du Canada et des États-Unis, contenant des résultats d'observations météorologiques. Ces renseignements servent à la rédaction du Bulletin international envoyé chaque jour de Paris d'office à certains Services, avec abonnement à d'autres. Ce Bulletin contient une Carte indiquant pour l'Europe, par des signes conventionnels, l'état du ciel et de la mer, la direction des vents, et donnant les courbes d'égale pression et d'égale température. Outre ce Bulletin quotidien et un Bulletin mensuel, le Bureau publie chaque année des *Annales* contenant des Mémoires, des Tableaux d'observations faites en France, en Algérie et dans les Colonies, et une étude détaillée des pluies en France.

Les Observatoires du Parc de Saint-Maur, de Perpignan, de Nantes et du mont Ventoux sont en quelque sorte les stations principales du Bureau central météorologique, qui est aussi en rapport avec des Services analogues à l'Étranger.

Aux États-Unis, les avertissements météorologiques ont été donnés télégraphiquement de 1871 à 1891 par le *Signal Office*, qui recevait aussi télégraphiquement ses renseignements de l'Armée fédérale. Le *Signal Office* rendait service non seulement aux États-Unis, mais aussi à l'Europe, car il annonçait trois ou quatre jours d'avance les tempêtes qui, nées en Amérique, devaient venir frapper les côtes d'Angleterre, de Norvège ou de France.

En 1891, le Service météorologique des États-Unis a été réorganisé et placé dans les attributions du département de l'Agriculture sous le nom de *Weather Bureau*. Ce Service, qui comprend actuellement plus de 3000 observateurs volontaires, a des publications mensuelles et annuelles et des Cartes synoptiques journalières du temps tirées à un très grand nombre d'exemplaires.

Citons aussi le Service météorologique du Canada établi à Toronto et celui des Indes anglaises établi à Calcutta; ce dernier comprend, en dehors des observateurs volontaires, un nombreux personnel et dirige plusieurs publications.

Théorie ancienne des tempêtes.

Il existe deux théories pour expliquer les fléaux appelés tempêtes, cyclones, typhons, tornados, trombes, ouragans.

Les météorologistes, en général, disent que les tempêtes sont *ascendantes*. Ils les considèrent comme l'effet d'une raréfaction locale déterminant, au ras du sol et dans une atmosphère plus ou moins instable, un courant d'air ascendant qui prend un mouvement giratoire. Dans une lettre du 12 mai 1760, Franklin

a donné une espèce de consécration scientifique à l'idée bien ancienne que les trombes pompent l'eau de la mer et les sables du désert, et les élèvent dans l'air en les faisant tournoyer. En 1851, M. Espy a expliqué les effets des cyclones par la théorie de l'aspiration, dans un Rapport imprimé par ordre du Sénat des États-Unis. En 1879, M. Finley, dans un Rapport au *Signal Office* sur 13 tornados qui en deux jours avaient exercé de grands ravages aux États-Unis, explique leurs effets par la théorie de l'aspiration. Belt en 1859 et M. Reye en 1872 ont expliqué les tempêtes d'une manière analogue.

Théorie des tempêtes par M. H. Faye.

Au contraire, selon M. H. Faye, les régions supérieures de l'atmosphère sont sillonnées par de vastes courants allant de l'équateur aux pôles, en suivant une route courbe; dans ces courants, les inégalités de vitesse des filets parallèles engendrent de vastes mouvements giratoires; il en résulte des tourbillons dont les spires *descendent* verticalement en se resserrant, atteignent le sol en y épuisant leur force vive; comme ces tourbillons suivent les courants supérieurs où ils ont pris naissance, ils se transportent à la surface du sol avec la vitesse d'un train express, en y produisant de grands ravages.

Cette théorie, exposée en 1872, a été vivement attaquée; mais son auteur l'a énergiquement défendue à plusieurs reprises, notamment en 1887 dans son Livre *Sur les Tempêtes* et en 1897 dans sa *Nouvelle Étude sur les Tempêtes.* Elle a quelques partisans; citons G. Luvini qui a écrit dans un Opuscule intitulé

Sept Études (1884) : « Je trouve la théorie de M. H. Faye bien raisonnée et bien juste, le plus souvent, jusque dans les derniers détails. » D'ailleurs, au XVIIIe siècle, l'opinion des trombes descendantes est exprimée. Ainsi, Bion, dans son *Traité de Cosmographie* (1728), émet l'idée que les vents font venir les nuées de haut en bas sur la Terre, comme en tournoyant, et Spallanzani a écrit, dans ses *Viaggi* (1794), que, étant sur les Apennins, il a observé un mouvement tourbillonnaire au-dessus de nuages orageux et a reconnu qu'il était à axe vertical et descendant.

Marees atmosphériques.

M. F. Folie, qui fut nommé en 1885 directeur de l'Observatoire de Bruxelles et qui se démit de ces fonctions en 1897, a étudié les marées atmosphériques en les considérant comme dues à l'action du Soleil et de la Lune. Des observations faites pendant près de 50 ans à l'Observatoire de Bruxelles, il a déduit, en 1887, que le Soleil exerce sur le baromètre une action en vertu de laquelle la hauteur de cet instrument est minima aux équinoxes, la différence des hauteurs barométriques entre les solstices et les équinoxes étant en moyenne de $0^{mm},5$; et, en 1888, que la Lune exerce aussi sur le baromètre une action en vertu de laquelle la hauteur de cet instrument est minima aux syzygies, la différence des hauteurs barométriques entre les quadratures et les syzygies étant en moyenne de $0^{mm},3$. M. F. Folie attribue ces effets aux marées plus fortes produites dans l'atmosphère par le Soleil et par la Lune aux équinoxes et par notre satellite aux syzygies.

M. Bouquet de la Grye étudie depuis 1879 la question des

marées, et en particulier celle des marées atmosphériques provenant de l'action du Soleil et de la Lune. Il a prouvé, par des calculs basés sur de nombreuses observations faites à Brest pendant 25 années, qu'il existe des marées atmosphériques diurnes, semi-diurnes et semi-mensuelles liées à l'âge de la Lune, à sa parallaxe et à sa déclinaison.

M. H. Faye, après avoir écrit en 1877 : « Quant à l'influence prétendue de la Lune sur le temps, ce n'est qu'un vulgaire préjugé, bien des fois combattu », constate que la chaleur totalement réfléchie par la Lune n'est que de $\frac{1}{800000}$ de la chaleur solaire, et que l'attraction de la Lune sur notre atmosphère se manifeste, d'après Bouvard, par une variation barométrique de $\frac{1}{18}$ de millimètre seulement. Il attribue tous les changements de temps aux cyclones que la chaleur solaire détermine dans les régions équatoriales.

LA PHOTOGRAPHIE EN ASTRONOMIE.

—

Étude photographique des astres.

L'application de la Photographie à l'étude du Ciel avait été indiquée dès 1839 par Arago, lorsqu'il communiqua à l'Académie des Sciences la belle découverte de Niepce et Daguerre.

Foucault et Fizeau obtinrent les premiers, en 1845, l'image photographique du Soleil. Berkowski remarqua, sur celle de l'éclipse de Soleil du 28 juillet 1851, des traces de la couronne et des protubérances. De 1856 à 1859, De La Rue obtint de bons clichés de la Lune, du Soleil, de Jupiter et de Saturne, et en 1859 il fit construire un *photohéliographe* à Kew, pour étudier journellement, selon l'idée émise par J. Herschel en 1854, le mouvement des taches et des facules. M. H. Faye a fait photographier à Paris l'éclipse de Soleil du 15 mars 1858. M. P. Tacchini, directeur de l'Observatoire du Collège Romain depuis 1878, y fait faire régulièrement des photographies des taches solaires.

Rutherfurd remédia en 1864 au défaut de concentration des rayons chimiques de la lumière, et parvint à photographier des étoiles doubles très rapprochées, avec une telle perfection qu'il lui fut possible d'effectuer sur les épreuves obtenues les mesures micrométriques de positions relatives.

Le premier spectre d'étoile photographié fut celui de Véga, par H. Draper, en 1871; on y remarquait quatre raies. Sir W.

Huggins a photographié avec succès les spectres d'étoiles de 1875 à 1877, de comètes en 1881 et en 1882 et d'une nébuleuse en 1882. En 1892, Sir W. Huggins et Lady Huggins ont publié leurs recherches spectrales, et parlé de celles d'autres astronomes, sur l'étoile nouvelle du Cocher, dans leur Mémoire intitulé *On Nova Aurigæ;* ils pensent que cette étoile est formée de deux étoiles et que son éclat soudain et court a été dû au rapprochement de ces deux étoiles.

Les étoiles de 10e et de 11e grandeur sont nettement venues sur des clichés faits de 1870 à 1882 par Gould, à Cordoba. M. D. Gill obtint en 1882 un cliché d'une comète, des étoiles voisines et même d'étoiles situées derrière la queue. En 1883, M. Common photographia la nébuleuse d'Orion, et M. E.-C. Pickering commença à faire établir par la Photographie une Carte céleste contenant les étoiles visibles jusqu'à la 6e grandeur.

A partir de l'époque du passage en 1874 de Vénus sur le Soleil, la Photographie permit, grâce au procédé imaginé par M. Cornu pour donner un achromatisme suffisant des rayons chimiques, d'obtenir pour les diverses phases du phénomène des images sur lesquelles des mesures micrométriques peuvent être prises. Lors du passage en 1882 de Vénus sur le Soleil, la Photographie fut de nouveau appliquée. On a donc eu ainsi deux séries d'observations photographiques qui ont permis à M. Bouquet de la Grye de donner en 1888 la valeur 8″,80 de la parallaxe solaire.

Photographie de la vitesse radiale.

Quand on cherche la vitesse radiale d'une étoile, on peut évaluer avec l'œil le déplacement très petit de la raie d'hydrogène de

l'étoile par rapport à la raie de la source terrestre de ce gaz; mais, au point de vue de la facilité de l'observation et de la précision du résultat, il vaut mieux obtenir la photographie du spectre de l'étoile par une pose d'une heure environ, lui juxtaposer le spectre de la source terrestre d'hydrogène incandescent, et mesurer, avec un microscope à micromètre, la très petite distance entre les deux raies d'hydrogène incandescent.

Cette méthode est appliquée avec succès depuis 1888 à Potsdam par M. H.-C. Vogel, et depuis plusieurs années à Paris par M. H. Deslandres et à Poulkova par M. Belopolsky.

C'est ainsi que M. H. Deslandres a trouvé en 1895 que la vitesse radiale d'Altaïr a une grande oscillation, dont la période est de 43 jours, et plusieurs oscillations secondaires qui se superposent à celle-là : il en a conclu que cette étoile est au moins triple. En 1896, l'Académie des Sciences lui a décerné le prix Janssen, à cause de l'importance de ses recherches en Analyse spectrale.

Photographie de la chromosphère.

Jusqu'en 1892, la chromosphère avait échappé à l'observation dans la partie très étendue qui est projetée sur le disque du Soleil; mais, en février 1892, MM. H. Deslandres et G. Hale ont annoncé à l'Académie des Sciences, indépendamment l'un de l'autre, qu'ils étaient parvenus à photographier la chromosphère entière.

A l'Observatoire de Paris, les photographies de la chromosphère sont prises avec un *spectrographe* construit en 1893; à l'aide de cet appareil, M. H. Deslandres a fait les découvertes suivantes. Les vapeurs violettes du calcium appartiennent à la chromo-

sphère. Cette dernière enveloppe a des plages brillantes formant une espèce de réseau. Les plages les plus brillantes sont les plus élevées et correspondent aux facules, qui sont aussi les parties les plus brillantes et les plus élevées de la photosphère. M. H. Deslandres, en complétant l'appareil précédent, est parvenu à enregistrer la vitesse radiale des vapeurs de la chromosphère; il espère par suite arriver à déterminer l'épaisseur de cette enveloppe.

Spectre des composantes colorées d'étoiles doubles.

En 1897, Sir W. Huggins écrivit à l'Académie des Sciences qu'il était parvenu à photographier à part les spectres des composantes colorées de quelques étoiles doubles : il en conclut que les différences de couleur des composantes sont réelles; en outre, il a trouvé des étoiles doubles dont les deux composantes donnent la même couleur et d'autres dont les deux composantes ont des différences de couleur bien tranchées. Il pense que, si l'on connaissait les masses des étoiles, on pourrait déduire de telles observations des conséquences relatives à l'âge des systèmes doubles dans le premier cas et à l'âge de chaque étoile composante dans le second; mais il conseille de se montrer circonspect pour faire de telles déductions.

GOULD.

27 septembre 1824 — 26 novembre 1896.

Benjamin-Apthorp Gould, né à Boston, fut le premier astronome qui employa la Photographie dans l'Astronomie de précision. Son principal travail consista à prendre 1400 clichés d'amas

stellaires de l'hémisphère austral, à l'Observatoire national de Cordoba, qu'il avait fondé en 1867 avec l'aide du ministre Sarmiento et qu'il ne quitta qu'en 1886 pour revenir à Cambridge (États-Unis). A sa mort, il venait de terminer la mesure et la réduction de ces 1400 clichés, qui avaient été pris avec assez de soin pour être susceptibles de mesures précises. C'est à Cordoba qu'il fit l'Ouvrage qui restera classique, l'*Uranometria Argentina* (1874).

Gould avait reçu avec distinction en 1844 les grades du *Harvard College*, et enseigna pendant un an à l'École classique de Boston, dont il avait suivi tous les cours. De 1845 à 1848, il vint en Europe étudier l'Astronomie successivement aux Observatoires de Greenwich, Paris, Berlin, Altona, Gotha. Chargé de 1852 à 1867 de déterminations de longitude du *Coast Survey*, il développa et étendit ce service. On lui doit l'établissement à ses frais en 1864 de l'Observatoire de Cambridge (États-Unis). L'*Astronomical Journal* a été fondé par lui en 1849 pour la publication de recherches originales. On emploie depuis 1861 dans le *Nautical Almanac* américain les étoiles fondamentales polaires dont il discuta en 1859 et revisa en 1861 les positions et les mouvements propres. Il devint correspondant du Bureau des Longitudes en 1889 et de l'Académie des Sciences en 1892.

Études photographiques par M. Janssen.

M. Janssen, directeur de l'Observatoire physique de Meudon depuis sa fondation, en 1875, y obtint en 1889 des clichés du Soleil ayant 70^{cm} de diamètre. Jusque-là les meilleurs tirages

de cet astre ne donnaient bien que les taches et les facules; en abaissant la durée de l'action lumineuse à un tiers de millième de seconde et en employant de nouvelles dispositions optiques, il est parvenu à obtenir l'image de la granulation.

De l'étude de ses photographies du Soleil, M. Janssen tire les conclusions suivantes. La photosphère est constituée par une matière fluide obéissant facilement aux forces extérieures. Dans les parties calmes, cette matière est presque sphérique; dans les parties agitées, elle a la forme de grains de riz, de feuilles de saule, de filaments; entre ces deux parties, elle affecte la forme granulaire. La surface du Soleil offre donc l'aspect d'un réseau dont les mailles sont des chapelets de grains ronds et qui contient dans les intervalles des corps allongés. La couche de matière lumineuse à laquelle le Soleil doit son pouvoir rayonnant est très mince et fluide; elle tend à se former en une enveloppe continue autour du noyau solaire, mais elle est brisée par les courants ascendants. Par suite, dans les parties calmes, les éléments photosphériques prennent une forme globulaire; dans les parties où arrivent les courants ascendants, ces éléments prennent des formes allongées; les photographies du Soleil montrent que la matière photosphérique est animée de mouvements d'une énorme violence.

Pendant l'éclipse totale de Soleil du 6 mai 1883, M. Janssen, dans l'île Caroline, a constaté qu'il existe dans la couronne beaucoup de lumière réfléchie; il attribue cette lumière à des corpuscules en suspension dans cette enveloppe; en outre, il fit alors la première mesure précise sur un cliché de l'intensité de la lumière de la couronne et la trouva supérieure à celle de la pleine Lune.

Par cette méthode de photométrie photographique, il découvrit en 1881 que la lumière de la pleine Lune est, comme Bouguer l'avait trouvé au moyen d'une bougie, 300000 fois plus faible que celle du Soleil; puis il compara les pouvoirs rayonnants de Sirius et du Soleil.

M. Janssen obtint une belle épreuve photographique de la comète 1881 *b*, avec une portion très grande de la queue de cet astre. Les mesures photométriques faites sur cette épreuve montrent que la queue est, à peu de distance du noyau, 300000 fois moins lumineuse que la Lune.

Carte photographique du Ciel.

> Aucun doute n'est plus possible sur le succès de cette œuvre grandiose, entreprise sous l'égide de la France, et ce ne sera pas une des moindres gloires de l'époque présente que d'avoir légué un monument semblable à la postérité.
>
> M. Lœwy.

Le beau résultat obtenu par M. D. Gill en 1882 fit émettre à M. Common l'idée que la *Carte du Ciel* pourrait être construite par le moyen de la Photographie. En juin 1884, MM. Henry obtinrent un cliché si remarquable d'une région de la Voie Lactée, que Mouchez fut, selon sa propre expression, « frappé de la beauté exceptionnelle de ce début et de son extrême importance pour l'avenir de l'Astronomie »; aussi fit-il alors construire l'*appareil équatorial photographique* que MM. Henry avaient imaginé. Les inventeurs de cet appareil, qui fut prêt au mois de

mai 1885, ont obtenu, en une heure de pose, des clichés sur lesquels sont reproduits avec éclat et pureté, sans déformation, toutes les étoiles jusqu'à la 16e grandeur. Sur ces clichés se trouvent des étoiles que l'on ne peut voir à Paris avec les plus puissantes lunettes, ainsi que la nébuleuse de Maïa, dans les Pléïades, qui jusque-là n'avait pas été signalée.

Mouchez, après avoir, devant l'Académie des Sciences, le 18 janvier 1886, exposé les résultats des travaux de MM. Henry, et après avoir constaté que la France, n'ayant pas d'Observatoires dans ses colonies, ne pouvait seule exécuter la Carte du Ciel ; après avoir dit que, cette œuvre étant d'un intérêt scientifique universel, il était mieux qu'elle fût le résultat des travaux des plus éminents astronomes des diverses nations, proposa à l'Académie des Sciences, qui accepta, de provoquer une réunion des directeurs d'Observatoires du globe et de savants de divers ordres, afin qu'ils s'entendissent pour choisir les stations et l'appareil photographique, et pour adopter une même échelle et une même méthode.

Quatre Congrès ont été tenus à l'Observatoire de Paris, en 1887, 1889, 1891 et 1896. Mouchez fut président de la Commission permanente des trois premiers. Les membres décidèrent que le Ciel serait divisé en 18 zones à peu près égales, dont chacune fut attribuée à un Observatoire du globe. Le quatrième Congrès fut présidé par Tisserand, qui a constaté que, malgré toutes les difficultés que présentait l'entreprise, « la volonté d'aboutir est manifeste ».

La Carte du Ciel se compose de la Carte proprement dite et du Catalogue. La Carte proprement dite comprendra toutes les étoiles jusqu'à la 14e grandeur, au nombre de trente millions;

pour l'obtenir, on fait une série de clichés avec une heure de pose. Le Catalogue donnera les positions de deux millions d'étoiles jusqu'à la 11e grandeur; pour l'établir, on fait une série de clichés avec trois minutes de pose. Les opérations photographiques du Catalogue seront très avancées en l'an 1900; mais on ne peut donner l'époque où le reste de la Carte du Ciel sera terminé. Notons que Melle Dorothea Klumpke est à la tête du Bureau des mesures micrométriques des clichés du Catalogue.

On aura ainsi obtenu en quelques années un travail précis permettant de faire avec un simple micromètre des recherches que l'on ne pouvait faire qu'avec de puissantes lunettes.

MOUCHEZ.

24 août 1821 — 25 juin 1892.

Ernest-Amédée-Barthélemy Mouchez est né à Madrid, de parents français. Depuis sa sortie de l'École Navale en 1839 jusqu'en 1874, il passa sa vie dans des expéditions sur mer, et acquit la réputation d'un excellent officier de marine, d'un géographe distingué et d'un habile astronome. Dans les campagnes qu'il fit dans les mers de Chine, de l'Inde et de l'Océanie, dans la mer des Antilles, en Chine, dans l'Amérique du Sud, au Brésil, il leva un grand nombre de plans de fleuves et de baies, et détermina les longitudes et les latitudes des principales localités qu'il visitait.

En 1873, il fut nommé membre du Bureau des Longitudes et chef de l'une des Missions, celle de l'île Saint-Paul, qui devaient aller observer le 9 décembre 1874 le passage de Vénus sur le

Soleil. Grâce à une auréole brillante, on vit alors les deux cornes de la planète se réunir avant le contact, au lieu de se réunir après, comme cela a lieu ordinairement. Dans cette expédition plus de 500 bonnes plaques photographiques des diverses phases du phénomène furent obtenues. M. M. Lœwy, par l'examen de quelques-unes de ces observations photographiques, a pu constater l'exactitude des opérations dirigées par Mouchez, ainsi que le mérite et l'ingéniosité des procédés imaginés par lui pour arriver à des résultats irréprochables. Les services qu'il venait de rendre et ses travaux d'hydrographie, appuyés sur des observations astronomiques, lui valurent en 1875 un fauteuil à l'Académie des Sciences.

En 1875, le Bureau des Longitudes confia à Mouchez l'organisation et la direction de l'Observatoire astronomique de Montsouris. En 1878, Mouchez fut nommé contre-amiral et directeur de l'Observatoire de Paris. Dans cet établissement, il créa un musée renfermant les anciens instruments astronomiques et de précieux documents scientifiques; il fit commencer la publication d'un Catalogue où sont consignés les résultats des observations méridiennes faites depuis 1837 à l'Observatoire de Paris.

Cartes de la Lune.

On possédait déjà un certain nombre de Cartes assez complètes de la Lune. Celle de Beer et Mädler a paru en 1834 et celle de Neison en 1876. Lohrmann a fait dessiner de 1821 à 1836 une Carte, dont une partie a été publiée par lui en 1824 et dont l'édition définitive est due à Julius Schmidt, qui l'a fait

paraître en 1878, en même temps que la Carte qu'il avait construite de 1840 à 1874. Depuis 1870, W. Bond, De La Rue, Rutherfurd et d'autres astronomes ont appliqué avec succès la Photographie à l'étude de la surface lunaire. M. H. Faye s'est attaché en 1872 à montrer l'importance de la Photographie pour étudier la géologie de la Lune; son conseil a été suivi.

L'Observatoire de Paris a commencé en 1894 la publication d'un *Atlas photographique de la Lune*. M. M. Lœwy, directeur de cet établissement depuis le 1er décembre 1896, exécute activement cet Atlas en se servant de son grand équatorial coudé; il est secondé par M. P. Puiseux. Cet Atlas sera formé de planches tirées en héliogravure d'après des clichés de notre satellite, et d'un texte sur la constitution de l'écorce lunaire; 20 planches et 3 brochures de texte sont parues. La Société belge d'Astronomie repro duit cet Atlas dans un format réduit.

L'Observatoire Lick, sur le mont Hamilton (Californie), inauguré en 1888, dirigé d'abord par M. Holden et depuis 1898 par M. Keeler, a aussi entrepris en 1896 un Atlas analogue, mais moins grandiose, avec un équatorial de $0^m,914$ d'ouverture. Les fonds nécessaires à l'établissement de cet Observatoire ont été légués par Lick et les frais de publication de cet Atlas sont faits par M. W.-W. Law.

L'*équatorial coudé* consiste en une lunette astronomique brisée à angle droit, ayant un miroir plan dans cet angle; ce miroir et un autre miroir, placé à côté de l'objectif, sont disposés de



paraître en 1878, en même temps que la Carte [illegible] dressée de 1840 à 1874. Depuis 1870, W. [illegible] et d'autres astronomes ont appliqué [illegible] tographie à l'étude de la surface lunaire. M. H. [illegible] en 1872 à montrer l'importance de la Photographie [illegible] la géologie de la Lune; son conseil a été suivi.

L'Observatoire de Paris a commencé en 18[illegible] *Atlas photographique de la Lune*. M. M. [illegible] depuis le 1er décembre [illegible] en se servant de son grand équatorial [illegible] P. Puiseux. Cet Atlas [illegible] en héliogravure d'après des clichés de [illegible] sur la [illegible] de l'écorce lunaire; [illegible] ont paru. La Société belge d'[illegible]



Cliché Pierre Petit

M. LŒWY

telle sorte que les rayons lumineux se réfléchissent dans la direction de l'axe du Monde ; il a une grande stabilité : il évite l'emploi des coupoles, dont la construction et l'entretien sont si coûteux, et aux observateurs la fatigue et la perte de temps. C'est en 1871 que M. M. Lœwy présenta son projet à Delaunay, qui l'approuva ; mais ce fut seulement en 1882 que, grâce à une importante donation de M. Bischoffsheim, le premier équatorial coudé, dont l'objectif a $0^m,27$ de diamètre, a pu être installé à l'Observatoire de Paris. Le grand équatorial coudé, établi en 1891, de 18^m de distance focale et de $0^m,60$ d'ouverture, a permis d'obtenir une image directe de la Lune plus grande que celles que l'on avait eues jusqu'ici ; elle se trouve dans l'Atlas de MM. M. Lœwy et P. Puiseux.

Atmosphère de la Lune.

M. Janssen a fait remarquer en 1879 que la Photographie est en Astronomie un plus puissant moyen d'investigation que les lunettes. En effet, le spectre photographique a une étendue égale aux quatre tiers du spectre oculaire, les plaques photographiques sont impressionnées par les rayons ultra-violets, que l'œil ne peut percevoir, et les actions lumineuses s'ajoutent sur les plaques photographiques, tandis que l'intensité de l'image formée dans l'œil cesse de croître à partir d'un dixième de seconde. La Photographie donne des images complètes des disques lumineux, tandis que le champ visible d'une lunette est d'autant plus restreint que celle-ci est plus puissante ; par suite, la Photographie a permis d'étudier la Lune dans son ensemble, ce qui était impossible avec les lunettes. MM. M. Lœwy et P. Puiseux, après avoir

examiné les agrandissements de leurs clichés de la Lune, se sont montrés en 1897, plutôt favorables à l'existence d'une atmosphère très rare autour de cet astre, contrairement à l'opinion de Bessel qui avait calculé que cette atmosphère, ne pouvant atteindre qu'un millième de celle de la Terre, serait tout à fait inappréciable. En outre, ils ont acquis la conviction que la Lune a eu autrefois une atmosphère plus dense qu'à présent, en analysant les résultats des phénomènes volcaniques qui se sont produits à sa surface. Enfin, ils pensent avoir prouvé qu'il n'existe actuellement en quantité appréciable sur la Lune ni eau, ni glace, et qu'on ne saurait imaginer quelles formes organisées, même les plus rudimentaires, pourraient y vivre.

M. HERVÉ FAYE.

En France, depuis une cinquantaine d'années, les recherches astronomiques, géodésiques et météorologiques ont été fortement encouragées par M. H. Faye; aussi croyons-nous être approuvé par tous de sortir de notre réserve à l'égard des astronomes vivants, et de donner une courte indication sur la vie de cet astronome et sur ses travaux, si hautement appréciés chez nous et à l'étranger.

Hervé-Auguste-Étienne-Albans Faye, né à Saint-Benoît-du-Sault (Indre), le 3 octobre 1814, est entré à l'École Polytechnique en 1832, mais il en sortit l'année suivante pour aller en Hollande s'occuper d'industrie. A son retour en 1836, il fut admis par Arago comme élève astronome à l'Observatoire de

Paris. En 1843, il y fut nommé astronome et y découvrit une comète périodique. Cette découverte, qui lui valut en 1844 le prix Lalande, fut en 1847 le premier des titres invoqués par Arago et de Humboldt pour recommander à leurs collègues sa candidature à un fauteuil de l'Académie des Sciences; d'ailleurs, quelques autres travaux astronomiques, notamment sa recherche d'une parallaxe stellaire et ses calculs des éléments de plusieurs comètes, avaient attiré sur lui l'attention des savants; aussi fut-il élu presque à l'unanimité des votants.

A partir de cette époque, les travaux dont nous avons parlé, principalement ses recherches astronomiques, sa théorie solaire, ses hypothèses cosmogoniques et sa loi des tempêtes, lui donnèrent une renommée européenne. Ayant toujours en vue les progrès de la science, il s'est attaché à faire connaître les découvertes importantes et à montrer les applications que l'on en pouvait faire. La variété et l'étendue de son savoir, la sûreté de son jugement, son habileté à diriger les débats, l'ont souvent fait choisir par ses collègues pour présider diverses Commissions internationales qui devaient discuter des questions d'un haut intérêt scientifique.

M. H. Faye s'est aussi attiré de la notoriété par son talent professoral, en enseignant avec clarté, à l'École Polytechnique, la Géodésie de 1852 à 1854 et l'Astronomie de 1873 à 1893; son enseignement est développé dans un très bon *Cours d'Astronomie* (1881 et 1883). Cet Ouvrage est complété par un *Cours d'Astronomie nautique* (1880). A côté de ces Livres destinés aux études supérieures, il convient de placer les *Leçons de Cosmographie* qu'il a publiées en 1852 pour l'Enseignement secondaire et qui ont depuis servi de modèle.

Étant entré au Bureau des Longitudes comme membre en 1862, il s'y est fait remarquer par une grande activité.

M. H. Faye a aussi rendu bien des services à l'Université, comme recteur de l'Académie de Nancy de 1854 à 1857, comme inspecteur général de l'Enseignement secondaire de 1857 à 1877 et de l'Enseignement supérieur de 1877 à 1887; dans ces délicates fonctions, il a toujours su allier une ferme autorité à une grande bienveillance. Il fut aussi ministre de l'Instruction publique en 1877.

Bien que M. H. Faye n'exerce plus, depuis quelques années déjà, de fonctions exigeant une activité et une présence régulières, il continue à rendre des services à la science comme délégué par l'Institut au Conseil supérieur de l'Instruction publique et comme Président du Conseil de l'Observatoire de Paris.

L'Académie des Sciences a célébré avec éclat le cinquantenaire académique de M. H. Faye dans la séance du 25 janvier 1897, et MM. Janssen et M. Lœwy ont retracé d'une manière attachante les grandes lignes de sa vie scientifique.

DECOUVERTE DE PETITES PLANÈTES ET DE SATELLITES.

Le 27 novembre 1891, on connaissait 322 petites planètes télescopiques entre Mars et Jupiter; C.-H.-F. Peters en avait découvert 42 de 1862 à 1889.

Depuis cette époque, M. Max Wolf, à Heidelberg, applique avec succès la Photographie à la recherche de ces petites planètes. M. Max Wolf en a ainsi découvert 38, M. Charlois, à Nice, en a trouvé 79 par le même procédé et 26 avec la lunette. On connaît à présent, entre Mars et Jupiter, environ 480 petites planètes, dont les plus grosses sont les 4 premières découvertes.

M. Witt, de l'Observatoire Urania, à Berlin, y a découvert par la Photographie, le 14 août 1898, une petite planète ayant l'éclat d'une étoile de 11e grandeur. M. Berberich, en se basant sur les observations que M. Witt a faites les 14, 23 et 31 août, a calculé les éléments de l'orbite de cette planète, nommée *Eros*. Elle n'appartient pas au groupe des planètes entre Mars et Jupiter, car son orbite est comprise entre celles de Mars et de la Terre; elle peut s'approcher plus près de la Terre que Mars : au mois de dé-

cembre 1900 elle sera très voisine de la Terre; lorsqu'elle sera en opposition et au périhélie, sa distance à la Terre sera les $\frac{1}{16}$ de celle du Soleil à la Terre, et son éclat sera celui d'une étoile de 6e grandeur. La planète Eros, pouvant s'approcher très près de la Terre, servira pour déterminer la parallaxe solaire avec une approximation plus grande que celle que l'on a obtenue en employant Mars et Flore.

Après la découverte des quatre premiers satellites de Jupiter, Képler avait déclaré que Mars devait avoir deux satellites, parce que cette planète se trouve entre la Terre qui en a un et Jupiter quatre. Bode et J. de Littrow ont conseillé la recherche de ces deux satellites avec de puissants instruments, et D'Arrest les a cherchés, mais vainement.

M. Asaph Hall a été plus heureux dans ses recherches; grâce à une lunette de Clark, de $0^m,66$ à l'objectif, il découvrit, le 11 août 1877, à l'Observatoire de Washington, un premier satellite de Mars et un second le 17 du même mois; il a donné les éléments de ces astres, qu'il nomma *Deimos* et *Phobos* : l'Académie des Sciences lui décerna alors le prix Lalande. Il résulte de cette découverte que la masse de la planète Mars a pu être déterminée directement.

M. E.-E. Barnard découvrit, le 7 septembre 1892, à l'Observatoire Lick, un cinquième satellite de Jupiter. On doit cette

découverte à la grande puissance de la lunette de $0^{m},914$ à l'objectif, donnée par Lick aux astronomes américains. Ayant observé ce nouvel astre pendant l'année 1893, M. E.-E. Barnard est parvenu à exprimer les lois de son mouvement. L'Académie des Sciences lui a décerné alors la médaille Arago, comme récompense de ses travaux.

Un neuvième satellite de Saturne vient d'être découvert à l'Observatoire du *Harvard College,* à Cambridge (États-Unis), par M. W.-H. Pickering, en examinant avec soin quatre plaques photographiques du système de Saturne, prises à Arequipa (Pérou) les 16, 17 et 18 août 1898. Des mesures micrométriques effectuées par M. W.-H. Pickering, il semble résulter que l'orbite du nouvel astre, qu'il propose de nommer *Phébé,* est une ellipse très allongée et très voisine du plan de l'écliptique, et que cet astre est probablement le plus faible des corps jusqu'ici trouvés dans le système solaire; on pense qu'il est de la 16e grandeur. M. E.-C. Pickering a envoyé en Europe, le 16 avril 1899, une Circulaire explicative sur ce nouveau satellite.

LE SIDÉROSTAT A LUNETTE.

—

Pour rehausser l'éclat de l'Exposition universelle que la France ouvre en 1900, M. François Deloncle a émis en 1892 l'idée d'y établir une lunette d'une puissance exceptionnelle, pouvant servir à faire les plus délicates observations physiques, les mesures très précises, la photographie des astres, et pouvant permettre aux astronomes de faire des découvertes célestes. Grâce à son initiative, un groupe d'amateurs d'Astronomie a fondé à Paris, en 1896, la Société anonyme *L'Optique* pour la construction de grands télescopes et, en particulier, d'un nouvel instrument très puissant pour explorer le Ciel.

Il fut convenu que le premier élément de cet instrument serait une lunette ayant un objectif de $1^m,25$ de diamètre et, pour obtenir des images achromatiques, une distance focale de 60^m.

Ces dimensions dépassent de beaucoup celles des trois plus puissants instruments d'observation céleste qui existent à présent, le grand équatorial coudé, l'équatorial de l'Observatoire Lick et l'équatorial de l'Observatoire Yerkes. Cet établissement a été fondé en 1892 près de Williams Bay, sur le lac Geneva (Wisconsin), par M. Charles-I. Yerkes, de Chicago; il est dirigé par M. G. Hale depuis sa fondation.

Ce dernier équatorial, établi en 1897, a un objectif de $1^m,01$ de diamètre et une distance focale de $19^m,456$; il tourne autour d'un axe vertical bien rigide, est surmonté d'une coupole ayant environ 30^m de diamètre et a les accessoires nécessaires aux études micrométriques et photographiques.

La nouvelle lunette française ne peut pas être établie sur un axe, ni surmontée d'une coupole. En effet, son énorme poids ne permettrait pas de lui donner des mouvements lents et nuirait à sa stabilité ; comme la coupole aurait un diamètre de 64^m, elle devrait être constamment en mouvement pour que son ouverture fût toujours en regard de l'objectif ; enfin, l'observateur n'arriverait à l'oculaire qu'avec beaucoup de fatigue et une grande perte de temps.

Pour obvier à ces difficultés presque insurmontables, on a eu l'idée de placer la lunette dans une position horizontale et fixe, et d'y adjoindre le *sidérostat* que Foucault a inventé vers la fin de sa vie. La lunette aura deux objectifs, l'un destiné aux observations visuelles et l'autre aux travaux photographiques. La partie principale du sidérostat est un miroir plan, d'un diamètre de $2^m,05$ et d'une épaisseur de $0^m,30$, sur lequel l'image d'un astre reste toujours au même point, parce que le miroir suit le mouvement diurne de l'astre, grâce à son mode de suspension et à un mouvement d'horlogerie. Il résulte de la disposition précédente que l'observateur peut voir constamment au foyer de la lunette l'image de l'astre ; de plus, il peut la voir dans une position invariable par rapport au point de croisement des fils du réticule, parce que l'oculaire a un mouvement de rotation convenable.

Le sidérostat à lunette est construit à Paris par M. F. Gautier,

qui a donné, sur les avantages du nouvel instrument et la manière de fabriquer ses diverses parties, des détails très intéressants dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1899.

Comme le nombre et l'importance des découvertes célestes ont toujours été en rapport direct avec les perfectionnements apportés aux instruments d'observation, il paraît certain que l'Astronomie physique fera avec le sidérostat à lunette des conquêtes d'un grand intérêt.

MÉCANIQUE CÉLESTE
A LA FIN DU XIXe SIÈCLE.

—

Recherches diverses.

La théorie des surfaces et des couches de niveau est importante pour déterminer la figure des planètes. Green en 1835 et Chasles de 1837 à 1838 ont établi des théorèmes, dont les applications sont nombreuses, sur l'attraction des couches de niveau. Signalons les recherches sur la question de la forme d'équilibre de la Terre faites par Sir W. Thomson (Lord Kelvin) et par M. G.-H. Darwin.

M. H. Poincaré a cherché en 1885 quelles sont les formes d'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, et il a trouvé que, dans le cas de l'homogénéité, il existe l'ellipsoïde de révolution et l'ellipsoïde à trois axes inégaux de Jacobi.

M. Matthiessen en 1880 et Sir W. Thomson en 1882 annoncèrent l'existence de figures annulaires d'équilibre; M. H. Poincaré a trouvé en 1885 qu'il y a d'autres formes d'équilibre que les ellipsoïdes et les anneaux. Ces figures sont en nombre infini, convexes; elles ont un plan de symétrie ou sont de révolution. Pour étudier leurs conditions de stabilité, M. H. Poincaré a distingué, à l'exemple de Sir W. Thomson, la stabilité séculaire, qui subsiste lorsqu'on tient compte de la viscosité, et la stabilité

ordinaire, qui a lieu seulement lorsque l'on néglige cette résistance.

M. O. Callandreau a donné en 1886 une indication pour calculer une expression qui entre dans la condition de stabilité des figures annulaires étudiées par M. H. Poincaré.

Au sujet de l'intégration des équations différentielles du mouvement de rotation de la Terre autour de son axe, M. Hermite a établi en 1885 une démonstration nouvelle de formules trouvées par Jacobi.

Des différentes recherches faites par les géomètres relativement à cette rotation, Tisserand conclut, dans son *Traité de Mécanique céleste,* que l'on peut admettre que le jour sidéral, base fondamentale de la mesure du temps, est constant.

A la solution du problème des deux corps, Hamilton avait rattaché l'étude d'une courbe qu'il nomma *hodographe;* en 1888, M. G. Darboux a appliqué les propriétés de cette courbe pour écrire presque immédiatement les trois intégrales fondamentales, dues à Laplace, employées dans cette solution.

M. Newcomb a publié en 1884 une nouvelle méthode de développement de la fonction perturbatrice.

On ne sait intégrer complètement les équations différentielles du problème des trois corps que si, pendant toute la durée du mouvement, les distances mutuelles restent dans des rapports constants, même quand les trois corps sont en ligne droite. Le premier travail sur ce cas particulier est dû à Euler. M. H. Poincaré, dans un Mémoire *Sur certaines solutions particulières du problème des trois corps* (1884), montre que les distances mutuelles de ces derniers sont des fonctions périodiques du temps pour une infinité de positions et de vitesses initiales.

Théorie et Tables des planètes.

A côté des méthodes générales de Cauchy pour développer en séries les coordonnées elliptiques d'une planète, Tisserand, dans son Ouvrage, a donné des développements en séries utiles pour le calcul des perturbations. Gauss avait indiqué une méthode pour le calcul des variations séculaires des éléments des orbitès planétaires. M. G.-W. Hill est arrivé en 1881 à une forme des résultats de Gauss plus appropriée au calcul; et en 1883, M. O. Callandreau a complété ce dernier travail en y ajoutant des Tables numériques qui facilitent le calcul des intégrales elliptiques.

M. Newcomb, qui pouvait disposer d'un plus grand nombre d'observations méridiennes que Le Verrier, a entrepris, avec la collaboration de M. G.-W. Hill, la réfection des Tables de Le Verrier. Il a publié à ce sujet l'Ouvrage intitulé *The Elements of the four inner Planets and the fundamental Constants of Astronomy* (1895). Pour Mercure et Vénus, il trouve une différence entre les valeurs finales des variations séculaires déduites de l'observation et celles que donnent les théories de ces planètes; pour expliquer cette différence, il considère la possibilité de l'existence d'un anneau d'astéroïdes entre ces deux planètes; mais Tisserand a fait remarquer qu'un tel anneau n'aurait pas échappé aux investigations des astronomes. Pour construire les nouvelles Tables, M. Newcomb admet comme procédé d'interpolation que l'exposant 2 de la distance dans la loi de Newton est remplacé par le nombre 2,0000001612.

M. Perrotin a abordé en 1873 la théorie de Vesta; il l'a complétée à partir de 1883 et a construit des Tables de cette planète.

Tisserand conclut en [illegible], d'une discussion sur la question des planètes intramercurielles, qu'il convient de revenir à l'idée, émise tout d'abord par Le Verrier, d'un anneau d'astéroïdes entre Mars et le Soleil, en renonçant à l'hypothèse d'une planète unique.

Théorie de la Lune.

La théorie de la Lune a continué depuis Delaunay à susciter bien des travaux, dont nous avons déjà signalé plusieurs. Pour la partie du mouvement du périgée de la Lune dépendant des moyens mouvements de cet astre et du Soleil, M. G.-W. Hill donne en 1877, dans un Mémoire très apprécié des géomètres, des [illegible] par une méthode différente [illegible] une forme plus simple [illegible] sur la théorie [illegible] une remarque [illegible] pour le mouvement [illegible] de l'écliptique; en outre, il [illegible] du mouvement de la Lune [illegible] des Sciences a couronné en 18[illegible] plusieurs points de la théorie de la Lune [illegible] calculs relatifs à ses librations et à son accélération [illegible] les époques des éclipses anciennes [illegible] montré en 1878 que les Tables [illegible] pas bien le mouvement de [illegible] on a reconnu qu'elles ne le représentent [illegible] a effectué les calculs [illegible] et a publié en 188[illegible] une théorie numérique qui n'est [illegible] toutes les causes d'erreurs. La théorie de



Cliché Rice

S. NEWCOMB

Tisserand conclut en 1882, d'une discussion sur la question des planètes intramercurielles, qu'il convient de revenir à l'idée, émise tout d'abord par Le Verrier, d'un anneau d'astéroïdes entre Mars et le Soleil, en renonçant à l'hypothèse d'une planète unique.

Théorie de la Lune.

La théorie de la Lune a continué depuis Delaunay à susciter bien des travaux, dont nous avons déjà signalé plusieurs. Pour la partie du mouvement du périgée de la Lune dépendant des moyens mouvements de cet astre et du Soleil, M. G.-W. Hill donne en 1877, dans un Mémoire très apprécié des géomètres, des résultats qu'Adams a aussi trouvés par une méthode différente. Dans ce Mémoire, il y a une équation dont une forme plus simple joue un rôle essentiel dans les recherches de Gyldén sur la théorie des perturbations. M. R. Radau a fait en 1892 une remarque, signalée par Tisserand, sur l'influence pour le mouvement précédent du déplacement séculaire de l'écliptique; en outre, il a publié sur les inégalités planétaires du mouvement de la Lune, un Mémoire que l'Académie des Sciences a couronné en 1892. Tisserand a perfectionné plusieurs points de la théorie de la Lune, notamment les calculs relatifs à ses librations et à son accélération séculaire. Par l'examen des époques des éclipses anciennes, M. Newcomb est parvenu à montrer, en 1878, que les Tables lunaires de Hansen ne représentent pas bien le mouvement de la Lune avant 1750; d'ailleurs, on a reconnu qu'elles ne le représentent pas non plus après 1850. Airy a effectué des calculs pendant 10 ans et a publié en 1886 une théorie numérique qui n'est pas affranchie de toutes les causes d'erreurs. La théorie de



[illegible] 1882, d'une discussion sur la question [illegible] qu'il convient de revenir à l'idée [illegible] Le Verrier, d'un anneau d'astéroïdes entre Mars [illegible] en remplaçant à l'hypothèse d'une planète unique.

Théorie de la Lune.

[illegible] théorie de la Lune a continué depuis Delaunay à [illegible] des travaux, dont nous avons déjà signalé plusieurs [illegible] mouvement du périgée de la Lune dépend [illegible] éléments de cet astre et du Soleil, M. G.-W. Hill [illegible], dans un Mémoire très apprécié des géomètres, [illegible] Adams a aussi trouvés par une méthode différente [illegible] une forme [illegible] de Gyldén sur la [illegible] M. [illegible] en 1892 une remarque [illegible] pour le mouvement [illegible] de l'écliptique; en outre, [illegible] planétaires du mouvement de la Lune [illegible] l'Académie des Sciences a couronné en [illegible] plusieurs points de la théorie de la Lune [illegible] les calculs relatifs à ses librations et à son accélération séculaire. Par l'examen des époques des éclipses anciennes [illegible] parvenu à montrer, en 1878, que les Tables [illegible] ne représentent pas bien le mouvement [illegible] reconnu qu'elles ne le représentent [illegible] non plus depuis 1850. Airy a effectué des calculs [illegible] ans et a publié en 1886 une théorie numérique [illegible] n'est pas exempte de toutes les causes d'erreurs. [illegible]



Cliché Rice

S. NEWCOMB

la Lune, qui paraissait déjà, à l'époque de Clairaut, impuissante à expliquer le mouvement du périgée, est à présent de nouveau en défaut, et, selon l'expression de Tisserand, « il reste à faire une belle découverte » pour que cette théorie surmonte les dernières difficultés.

Théorie des satellites des planètes.

La théorie des quatre premiers satellites de Jupiter, exposée par Laplace et perfectionnée en 1865 par Souillart, a été présentée par Tisserand, dans son *Traité de Mécanique céleste*, avec des modifications qui la rendent accessible.

La théorie des huit premiers satellites de Saturne est encore imparfaite, malgré les savants écrits de MM. Newcomb et H. Struve, parce qu'on ignore l'ellipticité des orbites de ces corps. M. Newcomb a, le premier, calculé en 1875 les perturbations du plus petit d'entre eux, *Hypérion*, qui fut découvert en 1848 par W. Bond et par son fils, et observé par Lassell jusqu'en 1864. Pour ce calcul, Tisserand a donné en 1886 une autre méthode très remarquable. Les travaux de M. Newcomb ont été complétés en 1888 par M. H. Struve, à qui l'on doit des observations et des calculs dirigés avec talent sur deux autres satellites de Saturne.

Anneau de Saturne.

Maxwell démontra en 1859 l'instabilité d'un anneau solide tournant autour d'un axe; puis il chercha les conditions d'équilibre de l'anneau de Saturne, en considérant des anneaux élémentaires formés chacun par la réunion d'un grand nombre de petits

satellites libres dans leurs mouvements mutuels; pour justifier son hypothèse, il s'appuie sur ce que l'anneau intérieur est transparent, car on a pu observer le limbe de Saturne au travers de cet anneau. Cette hypothèse est analogue à celle de Cassini II, qui en 1715 a avancé, mais sans preuve, que l'anneau de Saturne est formé d'une multitude de satellites très rapprochés, circulant autour de la planète.

En 1872, Hirn conclut, de l'étude des conditions d'existence d'un anneau fluide, qu'un anneau gazeux ou liquide se rétrécit jusqu'à atteindre la planète; comme, en outre, un anneau solide devrait avoir, pour exister, une cohésion supérieure à celle de tout corps connu, il est conduit à regarder les anneaux de Saturne comme formés d'une foule de petits satellites.

Après avoir démontré que les anneaux de Saturne ne peuvent être solides, Maxwell a trouvé que, s'ils sont fluides, leur densité ne peut dépasser les 0,03 de celle de la planète. D'autre part, M. H. Poincaré a démontré en 1885 que si les anneaux sont fluides, ils ne peuvent être stables que si leur densité est supérieure au $\frac{1}{16}$ de celle de Saturne. Donc l'analyse confirme l'hypothèse que Trouvelot a émise en 1878 et qui est analogue à celle de Maxwell; d'ailleurs, Trouvelot ne croit pas que l'on puisse expliquer autrement certaines apparences observées. De plus, les recherches spectrales faites en 1895 par M. H. Deslandres sur les anneaux de Saturne fournissent la première constatation expérimentale de l'hypothèse de Maxwell.

M. O. Callandreau a donné de 1884 à 1890 les résultats de ses recherches sur la figure des planètes. Afin de comprendre dans sa théorie Saturne dont l'aplatissement est très sensible, il calcule les approximations du second ordre. La théorie le conduit à

penser que les matériaux de Saturne ne sont probablement ni solides, ni liquides; d'ailleurs, ce résultat n'est contredit ni par les observations, ni par l'opinion de Laplace qui voit dans les anneaux de Saturne des preuves de l'extension primitive de l'atmosphère de cette planète. En 1889, M. O. Callandreau a démontré que de légères irrégularités de cet anneau avec une petite excentricité n'assurent pas son équilibre; ce résultat confirme cette conclusion de Maxwell que l'anneau est instable à moins d'avoir une irrégularité excessive.

Pour déterminer la figure des anneaux de Saturne, Laplace avait donné une méthode insuffisante parce qu'il négligeait des termes qui ont une influence sur les résultats. Sophie Kowalevski a complété en 1885 le calcul de Laplace en considérant un anneau homogène de révolution dont la courbe méridienne diffère peu d'une ellipse.

SOPHIE KOWALEVSKI.

15 janvier 1850 — 10 février 1891.

Sophie Corvin-Krukowski, qui épousa Kowalevski en 1868, était par sa mère petite-fille de F.-T. de Schubert; elle est née à Moscou. Weierstrass fut son professeur particulier pendant trois ans, et la fit nommer professeur de mathématiques à l'Université de Stockholm, lorsqu'elle fut laissée dans le dénuement en 1883 par la ruine et le suicide de son mari; elle a été couronnée en 1888 par l'Académie des Sciences pour son Mémoire sur la théorie du mouvement d'un corps solide. Selon la juste appréciation de M. G. Mittag-Leffler, « Sophie Kowalevski gardera une place éminente dans l'histoire des Mathématiques ».

Théorie des comètes.

M. M. Lœwy a donné en 1867 une méthode plus simple que celle d'Olbers pour déterminer les orbites des comètes; il est arrivé à obtenir des Tables qui permettent de faire maintenant les calculs, avec une grande sécurité, en trois fois moins de temps qu'autrefois. M. R. Radau a aussi, dans des Mémoires publiés en 1884, en 1887 et en 1888, apporté de notables simplifications au calcul des orbites des comètes.

Il y a une quinzaine de comètes qui se meuvent dans le même sens que la planète Jupiter, et dont les orbites sont peu inclinées sur la sienne. On pense que c'est l'action perturbatrice de Jupiter qui a donné lieu à ce groupe de comètes; Laplace et Le Verrier s'étaient occupés de cette action. M. O. Callandreau a étudié en 1890 cette question d'une manière assez complète pour que son travail ait obtenu un prix de l'Académie des Sciences.

Lorsqu'une comète s'approche très près des planètes, son mouvement éprouve des perturbations qui sont calculées par un procédé rapide expliqué par D'Alembert dans ses *Opuscules mathématiques.* Tisserand a donné en 1889 une relation, nommée *criterium,* qui permet de reconnaître si deux comètes, apparues à des époques différentes, ne forment qu'un même astre; il a fait cette découverte en recherchant, sans arriver à un résultat sûr, si les principales planètes attirent les comètes périodiques et changent leurs périodes. Le *criterium* a été avantageusement employé, surtout par M. Schulhof.

L'orbite actuelle d'une comète peut résulter de grandes perturbations produites par une planète; on dit que la comète est



Théorie des comètes.

[illegible] en 1867 une méthode plus simple [illegible] déterminer les orbites des comètes; il est [illegible] Tables qui permettent de faire mainten[illegible] grande sécurité, en trois fois moins de temps. [illegible] R. Radau a aussi, dans des Mémoires pu[illegible] et en 1888, apporté de notables simplifications [illegible] des comètes.

[illegible] de comètes qui se meuvent dans le même [illegible] Jupiter, et dont les orbites sont peu inclinées [illegible]. On [illegible] que c'est l'action perturbatrice de Jupiter [illegible] donné [illegible] ce groupe de comètes; Laplace et Le Verrier [illegible] cette action. M. O. Callandreau a étudié [illegible] d'une manière assez complète pour que [illegible] prix de l'Académie des Sciences.

[illegible] s'approche très près des planètes, son [illegible] perturbations qui sont calculées par un [illegible] expliqué par D'Alembert dans ses *Opuscules mathématiques*. Tisserand a donné en 1889 une relation, [illegible] qui permet de reconnaître si deux comètes, [illegible] ne forment qu'un même astre. [illegible] recherché [illegible], sans arriver à un résultat [illegible] planètes attirent les comètes [illegible] et [illegible] périodes. [illegible] a été avantageusement [illegible] surtout par M. Schulhof.

[illegible] actuelle d'une comète peut résulter de grandes perturbations produites par une planète; on dit que la comète [illegible]



SOPHIE KOVALEWSKY
1850-1891

capturée. C'est Laplace qui a, le premier, fait l'hypothèse de la *capture* des comètes. H.-A. Newton a écrit en 1891 un Mémoire important sur la capture des comètes par Jupiter.

Pour expliquer la figure des comètes, Roche a étudié en 1859, par le calcul, la figure d'un fluide enveloppant un noyau de comète, et il a trouvé que le fluide peut s'écouler dans l'espace par les extrémités du grand axe du noyau. Tisserand, dans son Ouvrage, après avoir fait remarquer que, d'après cette théorie, toute comète aurait deux queues, l'une dirigée du côté du Soleil, l'autre du côté opposé à cet astre, rejette la théorie de Roche, parce qu'il n'existe que la queue opposée au Soleil.

Comètes périodiques.

Parmi les nombreuses comètes apparues, on n'en connaît que 17 périodiques dont le retour a été observé.

La première et la plus célèbre est la comète Halley.

La seconde comète périodique fut découverte en 1818 par Pons; Encke calcula les éléments de cette comète qui porte son nom. Il trouva, ce qui a été aussi reconnu depuis, que son moyen mouvement s'accélère; avec Encke, on pense que cette accélération provient d'un milieu résistant dans lequel se meut la comète; cependant M. Backlund, en 1885, a conclu de ses calculs qu'elle résulte de l'action perturbatrice d'un essaim de corpuscules.

La troisième comète périodique fut découverte en 1826, d'abord par Biela à Josephstadt, et 10 jours après par Gambart à Marseille. Elle s'était présentée sous la forme d'une nébulosité ronde. Gambart et Clausen firent séparément le calcul des éléments elliptiques de cette comète, et conclurent qu'elle était une réap-

parition de celle qui avait été vue en 1772 et en 1806. Damoiseau prédit son retour en 1832, et elle passa à son périhélie un jour plus tôt qu'il ne l'avait annoncé. En 1846, la comète Biela se divisa en deux comètes distinctes, peu éloignées, marchant l'une près de l'autre; ce phénomène fut constaté par des observateurs de divers pays au milieu de janvier, notamment par Challis, qui étudia les deux astres jusqu'à la fin de mars, et par M. O. Struve, qui les vit disparaître au milieu d'avril. Lors de la réapparition de cette comète double en 1852, D'Arrest montra par ses calculs que les deux noyaux s'éloignaient l'un de l'autre avec lenteur. On pense que les grandes chutes d'étoiles filantes de 1872 et de 1885 proviennent des fragments de la comète Biela qui n'a pas été revue après 1852.

La quatrième comète périodique fut découverte en 1843 à l'Observatoire de Paris par M. H. Faye; puis B. Goldschmidt a trouvé qu'elle décrit une ellipse; ces deux astronomes ont donné en 1844 ses éléments elliptiques. Le Verrier, après avoir calculé les perturbations de son mouvement, annonça à deux jours près l'époque de son passage au périhélie en 1851, et sa prédiction s'accomplit. Elle ne présente aucune anomalie dans son mouvement.

La comète périodique Brooks ou 1889 V, qui a presque touché Jupiter en 1886, est apparue avec quatre compagnons; mais, à son premier retour en 1896, aucun d'eux n'a été retrouvé.

Recherches sur la réfraction et l'aberration.

Comme la réfraction joue un rôle important dans les observations astronomiques et géodésiques, il faut savoir la déterminer exactement; elle a pour éléments une constante qui est l'effet de

la réfraction sur un astre situé à 45° au-dessus de l'horizon, et de termes complémentaires qui dépendent de la hauteur de l'astre considéré. Parmi les plus récents travaux sur la réfraction astronomique, il convient de citer ceux de MM. R. Radau et M. Lœwy.

M. R. Radau a écrit sur ce sujet deux Mémoires qui ont été insérés dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* en 1881 et en 1889, et pour chacun desquels l'auteur a eu un prix de l'Académie des Sciences. Dans le premier Mémoire, il présente un exposé critique des méthodes connues pour calculer la réfraction astronomique, donne une méthode nouvelle et des Tables; le second Mémoire renferme des Tables nouvelles très étendues.

Pour reconnaître la véritable position d'un astre, il est nécessaire d'affranchir l'observation de l'erreur d'aberration. D'ailleurs, la connaissance de la constante de l'aberration donne un nouveau moyen de trouver la parallaxe solaire.

Après avoir énuméré les erreurs que présentent les procédés employés jusqu'ici pour déterminer la constante de la réfraction et celle de l'aberration, M. M. Lœwy expose une méthode affranchie de ces erreurs. Elle consiste à placer devant l'objectif d'un équatorial deux surfaces réfléchissantes invariablement liées, disposées de telle sorte que les rayons incidents et les rayons réfléchis d'une étoile sur une face et d'une seconde étoile sur l'autre face soient dans un même plan. Dans deux Mémoires présentés à l'Académie des Sciences en 1886 et en 1887, il a démontré que la projection de la distance des images des deux étoiles sur une certaine direction reste invariable. Comme ses formules pour déterminer la constante de la réfraction et celle de l'aberration dépendent de cette distance constante, elles donnent des résultats auxquels on peut se fier.

Catalogue d'étoiles fondamentales pour 1901.

Une Commission internationale des étoiles fondamentales s'est réunie à Paris en 1896 sous la présidence de M. H. Faye. Les quatre nations, la France, l'Allemagne, l'Angleterre et l'Amérique, qui publient la *Connaissance des Temps,* le *Berliner Jahrbuch,* le *Nautical Almanac,* le *Nautical Almanac* américain, avaient chacune deux délégués; les Observatoires de l'hémisphère austral étaient représentés par M. D. Gill. La Commission a chargé M. Newcomb, qui avait publié en 1881 un Catalogue de 1098 belles étoiles, d'en préparer un d'environ 1000 étoiles fondamentales; ce dernier Catalogue est déjà employé par la *Connaissance des Temps* pour 1901.

La Commission a en outre adopté les nombres $50'',2564$; $9'',21$; $20'',47$; $8'',80$ pour les constantes de la précession, de la nutation, de l'aberration et de la parallaxe solaire. Il en résulte que, les Éphémérides étant établies avec les mêmes valeurs des trois premières constantes, la détermination des mouvements propres des étoiles peut être faite sans s'inquiéter du pays d'origine des observations.

Loi d'attraction de Weber.

En 1846, W. Weber a donné la loi électrodynamique suivante: L'action mutuelle de deux éléments électriques est dirigée selon la droite qui les joint, et son intensité, représentée par une expression assez compliquée, est formée d'une somme de termes dont le premier représente l'effet statique et les autres l'effet dyna-

mique. Zöllner a proposé en 1882 de substituer cette loi à celle de Newton; il en résulterait que la nouvelle loi d'attraction serait celle-ci : Deux éléments de masses m et m', séparés par la distance r, exerceraient l'un sur l'autre une attraction dont l'intensité, au lieu d'être représentée par

$$\frac{fmm'}{r^2},$$

f étant l'attraction de l'unité de masse à l'unité de distance, serait représentée par

$$\frac{fmm'}{r^2}\left(1 - \frac{1}{c^2}\frac{dr^2}{dt^2} + \frac{2}{c^2}r\frac{d^2r}{dt^2}\right),$$

c étant une vitesse à déterminer par l'observation.

Tisserand a cherché en 1872 quelle perturbation amènerait l'introduction de la *Loi de Weber* dans les mouvements des planètes, en considérant le cas d'une planète et du Soleil, et a trouvé que la substitution ne produirait aucun changement sensible dans le mouvement de la planète, que cette loi n'expliquerait pas tous les petits désaccords; il en conclut que la loi de Newton représente avec une très grande précision les mouvements de translation de tous les corps célestes. Ainsi, on est émerveillé que la théorie de la Lune faite par cette loi représente son mouvement avec une précision presque exacte; car dans un intervalle de 250 ans l'avance ou le retard du passage devant les fils de la lunette méridienne ne dépasse pas une seconde de temps. Aussi, comme l'écrit Tisserand en terminant son Œuvre magistrale, « on éprouve, en fin de compte, un sentiment d'admiration profonde pour le génie de Newton et de ses successeurs, et pour les

[illegible] Verrier, poursuivant pendant [illegible] méthodique dans toute l'étendue du système [illegible] continués et développés [illegible]

TISSERAND.

[illegible]

> [illegible] par la clarté [illegible] la solution des problèmes [illegible] représentants les plus nobles [illegible] Science [illegible]
>
> M. [illegible]

[illegible] problème des trois corps depuis Lag[illegible] [illegible] résumés par Tisserand.

[illegible] Tisserand est né à Nuits-Saint-Georges [illegible] dont la situation de fortune était médio[illegible] [illegible] bonne heure de grandes dispositions pour l'étude [illegible], ses parents s'imposèrent de lourds sacrifices [illegible] aux frais de son instruction. A sa sortie de l'École [illegible] en 1866, il fut nommé astronome-adjoint à l'Observatoire [illegible] sa thèse de doctorat, en 1868, contient l'extension [illegible] Delaunay pour la théorie du mouvement de [illegible] dans la Mission qui était à M. [illegible] du 18 août 1868. En 1873 [illegible] astronomie à la Faculté de Toulouse [illegible] de cette ville [illegible]



Cliché Eug. Pirou

F. TISSERAND
1845-1896

chargées d'aller observer le passage du 9 décembre 1874 de Vénus sur le Soleil; M. Janssen, directeur des travaux de cette Mission, remarqua que Tisserand se livrait, pendant la traversée, aux recherches d'Astronomie mathématique avec une ardeur que ne parvenait pas à troubler la vue des phénomènes les plus grandioses de la nature. Choisi à son retour pour suppléer V. Puiseux comme professeur à la Faculté des Sciences de Paris, il fit le cours avec autant de clarté que de savoir et obtint comme récompense d'être titulaire de cette chaire en 1883. Il fut nommé membre du Bureau des Longitudes en 1878; sa réception à l'Académie des Sciences, la même année, fut la sanction de ses travaux.

A partir de cette époque, Tisserand se consacra à perfectionner les points principaux des théories mathématiques de l'Astronomie. Il a exposé les découvertes de ses devanciers avec les siennes dans un important Ouvrage qui continue et complète celui de Laplace. Avec son *Traité de Mécanique céleste,* il s'adresse aux savants; dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes,* au moyen de Notices, très claires et dégagées de symboles mathématiques, sur des questions délicates et ardues, il cherche à faire pénétrer partout le goût des études astronomiques; il s'y est fait l'émule d'Arago, de Delaunay, de M. H. Faye, de M. Janssen, dont les Notices contribuent à rendre si intéressant chaque volume de cette publication.

La célébrité qu'il s'était acquise en France et à l'Étranger lui valut d'être nommé en 1892 directeur de l'Observatoire de Paris. Dès lors, il se livra avec ardeur à la direction des travaux, commencés avant lui, pour la formation de la Carte du Ciel et présida le quatrième Congrès en 1896. Mais il n'eut guère le temps de donner de l'impulsion aux importants travaux dont s'occupe

ce grand établissement, car la mort le surprit brusquement après quatre années à peine de direction.

Calculs relatifs au mode de formation de l'Univers.

Roche a fait une étude mathématique des hypothèses de Laplace sur la constitution de l'Univers, dans une suite de Mémoires présentés de 1849 à 1877, à l'Académie de Montpellier. Il admet que le noyau central de la nébuleuse primitive est entouré d'une atmosphère très légère qui tourne autour du même axe que la nébuleuse. Cette atmosphère forme des couches de niveau, de révolution autour de l'axe de rotation et aplaties aux pôles. Il trouve une surface limite de niveau telle qu'en tout point la force centrifuge et la pesanteur se font équilibre. Comme cette surface se développe à l'équateur selon deux nappes infinies, les molécules coulent du pôle vers l'équateur, s'éloignent brusquement de la surface limite, et leur ensemble forme un anneau de Laplace. Ces anneaux se brisent ensuite et des parties naissent les planètes, qui se meuvent en sens direct selon les lois de Képler. La Lune résulte de la matière qui s'est échappée à l'extrémité de l'axe de rotation de la surface de niveau terrestre. La limite équatoriale actuelle de l'atmosphère théorique de Saturne divise la masse de son anneau en deux parties, l'une intérieure, l'autre extérieure à cette limite; c'est pour cette raison que l'anneau ne se brise pas.

M. G.-H. Darwin a présenté à la Société royale de Londres, de 1879 à 1882, six Mémoires où il soumet au calcul les effets des marées produites par un corps sur la masse entière d'un autre corps plus ou moins visqueux. Après avoir examiné l'ac-

tion des frottements résultant de la marée sur la planète et la réaction sur le satellite auquel est due la marée, il est conduit à admettre qu'à une certaine époque la Terre et la Lune ne faisaient qu'un seul corps, que la Lune a fini par se séparer de la Terre pour prendre sa forme actuelle au bout d'un temps suffisamment long. Il considère de même les marées produites successivement par chaque planète sur le Soleil et le frottement correspondant, et il montre que les planètes sont résultées des anneaux que la force centrifuge a détachés du contour équatorial de la nébuleuse solaire et que les satellites se sont formés aux dépens de celle-ci.

M. C. Wolf, après avoir analysé en 1884 et en 1885 les hypothèses sur la formation de l'Univers émises par Kant, Laplace et M. H. Faye, ainsi que les travaux de Roche, Sir W. Thomson, Hirn et M. G.-H. Darwin, expose les conclusions suivantes dans son Ouvrage intitulé *Les Hypothèses cosmogoniques* (1886).

L'hypothèse de Kant doit être rejetée, car elle a cette conséquence, en général contredite par les faits, que les planètes et leurs satellites ont un mouvement rétrograde. Celles de Laplace et de M. H. Faye sont sujettes aux mêmes objections : notamment, la difficulté de comprendre comment la matière d'un segment d'anneau a pu se rassembler en une planète unique, et le manque d'explication de l'obliquité des axes de rotation des planètes. Mais comme celle de M. H. Faye arrive à donner aux périodes géologiques trente millions d'années, elle se rapproche plus que celle de Laplace du nombre cent millions d'années que réclament les géologues. M. C. Wolf pense qu'en complétant l'hypothèse de Laplace par les travaux de Roche et de M. G.-H. Darwin, on se

rapproche des conditions que doit remplir une hypothèse cosmogonique rationnelle.

Calculs relatifs au mouvement du système solaire.

M. Kapteyn, directeur du Laboratoire astronomique de Groningue, où s'exécutent les mesures des clichés obtenus au Cap, a proposé en 1889 une méthode de détermination photographique des mouvements propres et des parallaxes stellaires sur une grande échelle. Il a publié, depuis 1893, une série de recherches sur la parallaxe moyenne des étoiles des diverses grandeurs et sur le mouvement de translation du système solaire; ces recherches sont fondées sur les mouvements propres connus et les vitesses radiales observées depuis quelques années. M. Newcomb a aussi publié des recherches analogues en 1896 et en 1899. D'après les calculs de ces astronomes, la vitesse du mouvement de translation du système solaire serait d'environ 16^{km} par seconde.

Nouvelles méthodes de la Mécanique céleste.

Dans les premières méthodes pour résoudre par approximation le problème des trois corps, les développements des coordonnées des astres sont faits en séries ordonnées suivant les puissances des masses. Ces développements contiennent le temps sous les signes sinus et cosinus et aussi en dehors de tout signe trigonométrique; il en résulte que la méthode ancienne ne peut pas donner une approximation indéfinie; c'est pourquoi plusieurs géomètres, notamment Gyldén, MM. Newcomb, W.-G. Hill et

Lindstedt ont cherché des développements purement trigonométriques.

M. H. Poincaré, dans le *Bulletin astronomique* (1886), s'est occupé de la méthode donnée en 1884 par M. Lindstedt. En prenant pour point de départ un théorème de Kronecker, il est parvenu à démontrer qu'elle est toujours applicable, parce qu'à chaque approximation il n'apparaît qu'un terme séculaire que l'on peut faire disparaître. De sorte que la méthode de M. Lindstedt permet d'exprimer les coordonnées des astres par des séries purement trigonométriques; mais M. H. Poincaré n'est pas encore arrivé à résoudre la question de la convergence des séries de M. Lindstedt; d'ailleurs, ces nouveaux développements, n'étant convergents que pour les premiers termes, deviendront aussi insuffisants, et ils ne peuvent servir à démontrer la stabilité du système solaire.

Par une autre méthode, Gyldén a cherché à empêcher le temps de sortir des signes sinus et cosinus et a pris pour variable indépendante, non le temps, mais la longitude vraie.

GYLDÉN.

29 mai 1841 — 9 novembre 1896.

> Son œuvre touche à toutes les parties de la Mécanique céleste, et il utilise avec habileté toutes les ressources de l'analyse moderne.
>
> H. Poincaré.

Johan-August-Hugo Gyldén est né à Helsingfors. Comme son père était professeur de littérature grecque à l'Université de cette ville et que sa mère était d'une famille noble, il fut élevé dans un

[illegible] politique, littéraire et artistique; en [illegible], [illegible] sous la direction de Hansen les méthodes [illegible] [illegible], et l'année suivante à l'Observatoire [illegible] [illegible] à l'art d'observer; il y fut astronome [illegible] ne quitta cet établissement qu'en [illegible] [illegible] de l'Observatoire de l'Académie des Sciences [illegible] [illegible] conserve ces fonctions jusqu'à sa mort, [illegible] [illegible] maladie résultant d'un surmenage intellectuel. [illegible] en 1868 son premier Mémoire sur le dével[illegible] [illegible] fonction perturbatrice, et s'est occupé de 1870 à [illegible] [illegible] aux perturbations des comètes, en les appli[illegible] [illegible] Encke. En 1878 et en 1879, il a donné [illegible] [illegible] lois de rotation d'un corps solide dont la sur[illegible] [illegible] par une masse liquide; l'idée de résoudre [illegible] [illegible] était présentée à son esprit lorsqu'il cherchait [illegible] mouvement de rotation de la Terre n'est pas [illegible] [illegible] variations séculaires subies par le globe terrestre [illegible] [illegible] côtes, bien que sa charpente géné[illegible] [illegible] C'est à partir de 1878 que Gyldén a proposé [illegible] [illegible] pour étudier les problèmes de la Mécanique [illegible] ses travaux sur les perturbations et l'analyse mathéma[illegible] [illegible] dans plus de 80 Mémoires, d'après lesquels [illegible] [illegible] la publication en français d'un *Traité an*[illegible] *des absolues des huit planètes principales.*

[illegible] géomètres contemporains, M. H. Poincaré, [illegible] entrepris, selon l'expression de M. Hermite, « de profond[illegible]



Cliché Eug. Pirou

H. POINCARÉ

recherches qui ouvrent des perspectives si étendues à la Mécanique céleste », est déjà arrivé, en développant les méthodes nouvelles, à des résultats dignes d'attention. Son premier travail important de Mécanique céleste est un Mémoire *Sur le Problème des trois corps et les Équations de la dynamique* (1889); il a reproduit ce Mémoire, en le complétant, dans les *Acta mathematica* (1890). M. H. Poincaré vient de terminer la publication d'un Ouvrage, *Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, commencé en 1892, qui contient, outre les résultats qu'il avait déjà donnés, des théorèmes auxquels il est parvenu depuis, et un résumé des recherches faites par d'autres géomètres dans la voie ouverte par Gyldén.

Opinion de M. H. Poincaré sur la stabilité du système solaire.

Laplace, Poisson, Delaunay, Tisserand, Gyldén ont perfectionné la démonstration de Lagrange relative à la stabilité du système solaire, en calculant plus de termes des fonctions qui y entrent. On est en droit de demander si ce n'est pas parce que des termes sont négligés que l'on arrive à prouver cette stabilité. M. H. Poincaré, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1898, présente à ce sujet des réflexions dont voici le résumé.

Il est certain que les éléments des orbites des planètes s'écartent très lentement de leurs valeurs primitives; mais on ne peut pas affirmer qu'ils resteront toujours compris entre des limites étroites, car les astres ne sont pas, comme on le suppose, des points matériels soumis seulement à la loi de Newton. En effet, on trouve trois forces qui modifient les orbites.

D'abord, certains phénomènes ne peuvent être expliqués qu'en admettant l'existence dans l'espace planétaire d'un milieu de résistance faible. Par suite du frottement d'une planète contre ce milieu, le moyen mouvement de celle-ci s'accélère.

La seconde force est l'action des marées. Elle a pour effet d'augmenter la durée du jour sidéral et celle du mois lunaire; le calcul montre que ce jour et ce mois finiront par avoir une durée commune égale à 65 jours actuels. En admettant la théorie générale des marées établie par M. G.-H. Darwin, on voit que le Soleil produit des marées sur la Terre, que les planètes en produisent sur le Soleil, et réciproquement; donc le système solaire tend vers un état limite où les planètes tourneront avec la même vitesse autour d'un axe commun.

Enfin, la Terre étant magnétique, on est porté à admettre que les autres planètes et le Soleil le sont aussi; par suite, il se produit entre les astres une résistance s'ajoutant à celle des marées.

Le Monde tend vers un état final de repos, car, en vertu de ces trois forces, toutes les planètes et leurs satellites finiront par se précipiter dans le Soleil.

Les effets produits par ces trois forces, bien que très lents, sont cependant assez rapides pour qu'il n'y ait pas lieu de se préoccuper des termes négligés dans les calculs relatifs à la stabilité du système solaire.

DICTIONNAIRE

BIOGRAPHIQUE ET BIBLIOGRAPHIQUE.

Les renseignements de ce *Dictionnaire* complètent ceux des *Trois Périodes*. L'expression « de l'Institut » signifie « membre de la Classe des Sciences » de 1795 à 1816 et « membre de l'Académie des Sciences » de 1816 à nos jours.

Abbadie (Antoine-Thomson d'), 1810-1897, né à Dublin, de parents français, de l'Institut (1867), du Bureau des Longitudes (1878), s'est distingué par des voyages scientifiques. 160.

Aboul-Wefâ (Mohammed), 940-998, né à Bûzgân (Khorassan), astronome à Bagdad, a traduit l'Œuvre de Ptolémée. 23, 232.

Adams. 2, 106, 108, 110, 112-113, 210.

Airy. 5, 107, 110, 111-112, 162, 210.

Albatenius (Abou-Abdallah), né à Batan (Mésopotamie), gouverneur de la Syrie, a écrit un Ouvrage dont il ne reste que la traduction sous le titre *De numeris et motibus stellarum* (1537). 15.

Al-Mamoun, 786-833, devint calife de Bagdad en 813. 15.

Alphonse X (1223-1284), 16, 19.

Ampère (André-Marie), 1775-1836, né à Polémieux, près de Lyon, perdit son père en 1793, resta sans fortune, étudia seul, devint inspecteur général de l'Université (1808), membre de l'Institut (1814), professeur au Collège de France (1820). Il créa l'*Électrodynamique* (1805). 176, 230.

Anaximandre. 6.

Anding (Ernst), né à Seeberg (Saxe-Gotha), le 11 août 1860, docteur (1888), est maître de conférences à l'Université de Munich depuis 1895. Il obtint en 1889 un prix de l'Académie de Munich pour ses recherches photométriques sur les éclipses des satellites de Jupiter. 120.

Andræ (Carl-Christopher-Georg), 1812-1893, né dans l'île de Mœn (Danemark), de l'Académie de Copenhague (1853), fut capitaine d'État-Major et professeur de Géodésie à l'École militaire de Copenhague (1842). 158.

Angot (Charles-Alfred), est né à Paris le 4 juillet 1848. Ajoutons qu'il est normalien (1868), docteur (1874), lauréat de l'Institut (1887, 1895). Ses principaux Ouvrages sont : *Les Aurores polaires* (1895); *Traité de Météorologie* (1899). 130, 181.

Angström (Anders-Jöns), 1814-1874, né à Lögdö (Medelpad, Suède), docteur (1839), correspondant de l'Institut (1873), fut astronome à l'Observatoire d'Upsal (1843). Il s'est occupé surtout d'Analyse spectrale. 140.

Anville (Jean-Baptiste Bourguignon d'), 1697-1782, né à Paris, fut membre de l'Académie des Sciences (1773). 49.

Arago. En physique, il a découvert la polarisation chromatique (1811), créé l'électro-aimant avec Ampère (1820) et trouvé le magnétisme de rotation (1825). Il fut député des Pyrénées-Orientales (1830) et membre du Gouvernement (1848). — *Œuvres complètes* (Paris, 1854-1859). 24, 28, 78, 87-90, 95, 98, 100, 101, 110, 114, 121, 124, 126, 141, 145, 168, 176, 186, 198, 199, 203, 221.

Aratus, qui vivait vers 270 av. J.-C. à Soli (Cilicie), écrivit en vers : Φαινόμενα (*Les Phénomènes*). 260.

Argelander. 116, 119.

Aristarque. 8, 9.

Aristote, 384-322 av. J.-C., né à Stagyre (Macédoine), philosophe à Athènes, a résumé la science de son époque. 23, 27.

Arzachel (Abraham) vivait à Tolède vers 1080. 16.

Auwers (Georg-Friedrich-Julius-Arthur), né à Göttingue le 12 décembre 1838, docteur (1862), membre (1866), puis secrétaire (1878) de l'Académie de Berlin, correspondant de l'Institut (1892), est professeur d'Astronomie à l'Université de Berlin (1866). 118, 119.

Auzout (Adrien), 1630-1691, né à Rouen, fut membre de l'Académie des Sciences (1666). 33.

Backlund (Oscar), né à Lenghem (Suède) le 28 avril 1846, docteur (1875), correspondant de l'Institut (1895), est depuis 1895 directeur de l'Observatoire de Poulkova, où il était entré en 1879. Parmi ses écrits, citons : *Zur Theorie des Encke'schen Cometen* (1881); *Ueber die Bewegung einer gewissen Gruppe der kleinen Planeten* (1892); *Calculs et recherches sur la Comète d'Encke* (1892-1899). 215.

Baeyer. 158, 169-170, 171.

Bailly (Jean-Sylvain), né à Paris en 1736, de l'Académie des Sciences (1763), de l'Académie française (1784), devint maire de Paris le 22 juillet 1789 et mourut sur l'échafaud révolutionnaire le 12 novembre 1793. Il était déjà un littérateur distingué lorsqu'il étudia l'Astronomie. 51.

Baily (Francis), 1774-1844, né à Newbury (Berkshire), de la Société royale (1821), correspondant de l'Institut (1836), fut un riche banquier à Londres. Il réédita les principaux Catalogues d'étoiles de Ptolémée à Hevelius, et fit des recherches sur le mouvement propre des étoiles. 141.

Bakhuyzen (Hendricus-Gerardus van de Sande), né à La Haye le 2 avril 1838, docteur (1863), correspondant du Bureau des Longitudes (1894) et de l'Institut (1896), est depuis 1862 professeur d'Astronomie à l'Université et directeur de l'Observatoire de Leyde. Citons ses Mémoires sur diverses questions relatives à l'exécution photographique de la Carte du Ciel. 120, 174, 175.

Bakhuyzen (Ernest-Frederich van de Sande), né à La Haye, le 8 janvier 1848, docteur (1879), est depuis 1871 astronome à l'Observatoire de Leyde. 175.

Barnard (Edward-E.), né à Nashville (Tennessee) en 1857, travailla dès l'âge de 9 ans dans un atelier photographique à Nashville, commença en 1876 des études d'Astronomie, sans cesser son métier, acheta une lunette en 1877, fit une étude de Jupiter et découvrit plusieurs comètes à partir de 1881. Après avoir été astronome à l'Observatoire de l'Université Vanderbilt (1883) et à l'Observatoire Lick (1888), il est astronome à l'Observatoire Yerkes depuis 1892. 202-203.

Bassot (Jean-Antoine-Léon), né à Renève (Côte-d'Or) le 6 avril 1841, polytechnicien (1861), de l'Institut (1893), du Bureau des Longitudes (1897), général (1899), est depuis 1898 sous-chef d'État-Major général et directeur du Service géographique de l'Armée. 168, 169, 175.

Bayer (Johann), 1572-1625, né à Rhain (Bavière), habitant Augsbourg, a publié un Atlas de 51 Planches, l'*Uranometria* (1603), où chaque étoile de toute constellation est pour la première fois désignée par une lettre grecque. 32.

Beer (Wilhelm), 1797-1850, né à Berlin, riche banquier, a fait construire un Observatoire près de Berlin. Beer et Mädler, qui furent lauréats de l'Institut (1837), ont publié: *Physikalische Beobachtungen des Mars* (1830); *Mappa selenographica* (1836); *Allgemeine vergleichende Selenographie* (1837). 134, 195.

Belopolsky (Aristarque), né à Moscou le 13 juillet 1854, docteur (1896),

lauréat de l'Institut (1898), chef du Service d'Astronomie physique à l'Observatoire de Poulkova (1891), a fait des observations photohéliographiques (1877-1884), des études du spectre de β de la Lyre (1893, 1897) et α' des Gémeaux 1896), des recherches sur les vitesses radiales des composantes de γ de la Vierge et de γ du Lion (1898). 188.

Belt (Thomas), 1832-1878, né à Newcastle-on-Tyne, a étudié les phénomènes de la nature en Amérique, en Angleterre et en Sibérie. 183.

Bérard (Auguste), 1796-1852, né à Montpellier, correspondant de l'Institut (1846), contre-amiral (1848), a publié : *Description nautique des côtes de l'Algérie* (1837). 160.

Berberich (Adolphe), né à Ueberlingen (grand-duché de Bade) le 16 novembre 1861, lauréat de l'Institut (1893), est depuis 1884 membre du *Rechen-Institut* à Berlin. 201.

Berkowski fut photographe à Königsberg. 186.

Bérose, cité par Pline l'Ancien et par Vitruve, fut, pense-t-on, prêtre de Bélus à Babylone au IIIe siècle av. J.-C. 4, 273.

Bertrand (Joseph-Louis-François), né à Paris le 11 mars 1822, polytechnicien (1839), fut de 1856 à 1895 professeur d'analyse à l'École Polytechnique. Depuis 1862, il est professeur de physique générale et mathématique au Collège de France. Élu en 1856 membre de l'Académie des Sciences, il en est secrétaire perpétuel depuis 1874. Il a établi en géométrie et en analyse mathématique des méthodes nouvelles. Deux de ses Ouvrages, *Les fondateurs de l'Astronomie moderne* (1865) et *L'Académie des Sciences et les Académiciens de* 1666 *à* 1793 (1869), lui ont ouvert en 1884 les portes de l'Académie française. Ses Mémoires d'Astronomie sont : *Méthode de M. Gauss pour déterminer l'orbite des planètes* (1855); *Sur la variation du moyen mouvement de la Lune* (1866); *La Théorie de la Lune d'Aboul-Wefâ* (1871); *Déduction du principe de l'attraction d'une seule des lois de Képler* (1877). 23, 40, 107.

Bessel. 74, 91, 92, 109, 116, 118, 131, 162, 169, 174, 198.

Biela, 1782-1856, né à Rosslau (Prusse), fut officier dans l'Armée autrichienne. 215-216.

Bigourdan (Guillaume), né à Sistels (Tarn-et-Garonne) le 6 avril 1851, docteur (1886), lauréat de l'Institut (1884, 1886, 1891, 1894), rédacteur au *Bulletin astronomique* (1884), est depuis 1897 astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, où il était entré en 1879. Il s'est attaché à perfectionner les instruments et les méthodes de mesure pour obtenir des observations à la fois nombreuses et précises. 60, 71, 118, 120, 127.

de la Marine à Paris (1773-1786). Il a donné le premier, dans *De Maculis solaribus* (1736), une méthode géométrique pour déterminer l'équateur d'une planète par trois observations d'une de ses taches. 45.

Bossert (Joseph-François), né à Blandy (Seine-et-Marne), le 30 novembre 1851, lauréat de l'Institut (1888, 1896), est depuis 1879 astronome adjoint à l'Observatoire de Paris. 120.

Bouguer fut élu en 1731 membre de l'Académie des Sciences. Parmi ses écrits, citons son *Essai d'Optique* (1729). 49, 50-51, 192, 251.

Boulliaud (Ismaël), 1605-1694, né à Loudun (Poitou), fut abbé de Saint-Victor, à Paris. 12, 32, 97.

Bouquet de la Grye (Jean-Jacques-Anatole), né à Thiers (Puy-de-Dôme) le 29 mai 1827, polytechnicien (1847), de l'Institut (1884), du Bureau des Longitudes (1886), est depuis 1891 en retraite comme ingénieur-hydrographe en chef de la Marine. Parmi ses publications, citons les *Cartes hydrographiques* provenant de ses levés et deux Volumes du *Pilote des Côtes ouest de la France* (1869, 1873). 172, 175, 184-185, , 187.

Bourdaloue (Adrien-Paul), 1798-1868, né à Bourges, fut ingénieur. 161.

Bouvard (Alexis), 1767-1843, né à Contamines (Savoie), de parents très pauvres, vint se mettre en service à Paris en 1783 et passa ses nuits à étudier l'Astronomie. Il fut membre du Bureau des Longitudes (1795) et de l'Institut (1803). 64, 88, 98, 99, 100, 185.

Bradley. Ajoutons qu'il fut révérend, membre de la Société royale (1718), et professeur d'Astronomie à l'Université d'Oxford (1721). 47, 48, 58, 79, 92.

Brahé (Tycho). 22-23, 24, 33, 41.

Brandes (Heinrich-Wilhelm), 1777-1834, né à Groden, près de Ritzbüttel (république de Hambourg), devint en 1826 professeur à l'Université de Leipzig. Il commença en 1800 ses observations d'étoiles filantes et publia en 1825 son principal travail sur ces météores. 121.

Brewster (Sir David), 1781-1868, né à Sedburgh (Écosse), de la Société royale (1815), correspondant (1825), puis associé (1849) de l'Institut, fut professeur de physique à l'Université de Saint-Andrews (1827). Il fit des découvertes en Optique. 139, 140

Brinkley. Ajoutons qu'il fut membre de la Société royale (1803), correspondant de l'Institut (1820) et que, nommé en 1827 évêque de Cloyne (Irlande), il cessa d'observer les astres. 73.

Brooks (William-Robert), né à Maidstone (Kent) le 11 juin 1884, professeur, fonda en 1874 et dirigea jusqu'en 1888 l'Observatoire de la Maison

Rouge à Phelps (état de New York). Il est depuis 1888 directeur de l'Observatoire Smith à Geneva (état de New York). De 1881 à 1898, il a découvert 21 comètes. Il a retrouvé en 1883 une comète observée par Pons en 1812; cette comète a une période de 7^a 6^m. 216.

Brunner (Jean), 1804-1862, né à Ballstall (Soleure), opticien à Paris, fut membre du Bureau des Longitudes (1850). 160.

Brunner (Émile), mort en 1895, successeur de son père J. Brunner, fut membre du Bureau des Longitudes (1878). 165, 168.

Buffon (Georges-Louis Leclerc, Comte de), 1707-1788, né à Montbard (Bourgogne), de l'Académie des Sciences (1733), de l'Académie française (1753), fut intendant du Jardin du Roi à partir de 1739. Il a exposé, dans sa *Théorie de la Terre* et ses *Époques de la Nature* (1744-1749), sur l'origine des planètes et des satellites, d'ingénieuses hypothèses dont plusieurs ont été vérifiées. 56, 67, 68.

Bunsen (Robert-Wilhelm Eberhard), né à Göttingue, le 31 mars 1811, docteur, correspondant (1846), puis associé étranger (1862) de l'Académie de Berlin, correspondant (1853), puis associé étranger (1882) de l'Institut, fut professeur de chimie à l'Université de Heidelberg à partir de 1852. Il est à présent en retraite. 140.

Burckhardt. 73, 76, 86, 113.

Buys Ballot (Christophorus-Henricus-Didericus), 1817-1890, né à Kloetingen (Zélande), fut professeur de physique à l'Université d'Utrecht (1847-1887) et directeur de l'Institut royal météorologique des Pays-Bas (1854). Il a donné en 1857 une loi exprimant le rapport en un lieu de la direction et de la vitesse du vent à la hauteur barométrique. 180.

Callandreau (Jean-Pierre-Octave), né à Angoulême le 18 septembre 1852, polytechnicien (1872), docteur (1880), de l'Institut (1893), rédacteur au *Bulletin astronomique* (1884), est depuis 1897 astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, où il était entré en 1874; il est en outre professeur d'Astronomie et de Géodésie à l'École Polytechnique depuis 1893. Il cherche avec succès à perfectionner les théories de la Mécanique céleste. 123, 208, 209, 212-213, 214.

Camus (Charles-Étienne-Louis), 1699-1768, est né à Crécy (Brie). 50.

Capella (Martianus) est né en Afrique vers 439. 14, 20.

Carlini (Francesco), 1783-1862, né à Milan, de l'Académie de Vienne (1847), correspondant de l'Institut (1837), devint en 1832 premier astronome et en 1833 directeur de l'Observatoire de Milan, où il était entré en 1805. 96.

Carrington (Richard-Christopher), 1826-1875, né à Chelsea (Massachusetts), fit construire à ses frais deux Observatoires pour ses études solaires, l'un en 1853, à Redhill (Surrey), l'autre en 1865, à Churt (près de Farnham). Il fut lauréat de l'Institut (1865). Parmi ses écrits, citons de plus son *Catalogue of 3735 circumpolars stars observed at Redhill*, 1854-1856 (London, 1857). 128-129, 150.

Cassini (D.) ou Cassini Ier. Ajoutons qu'il a publié en 1665, 1666 et 1671 des lettres sur les réfractions. Le Mémoire où sont résumées les lois, trouvées par lui, du mouvement de la Lune est intitulé : *De l'Origine et du Progrès de l'Astronomie et de son usage dans la Géographie et dans la Navigation*. Il avait probablement exposé ces lois dans le *Traité de la Libration de la Lune* dont il commença la lecture dans une séance académique de l'année 1685. 34, 36-38, 48, 49, 69, 97.

Cassini II, né à Paris, fils de D. Cassini, s'est aussi occupé *De la Libration apparente de la Lune* (1721) et *Du mouvement propre des Étoiles fixes en longitude* (1738). 46, 49, 50, 79, 212.

Cassini (César-François) ou Cassini de Thury ou Cassini III, 1714-1784, né à Paris, fils de Cassini II, de l'Académie des Sciences (1736), a publié des Mémoires sur la théorie de Mercure, la figure de la Terre et sur des observations de comètes. 95.

Cassini (Jacques-Dominique, Comte de) ou Cassini IV, 1748-1845, né à Paris, de l'Académie des Sciences (1779), succéda à son père Cassini III comme directeur de l'Observatoire de Paris et donna sa démission le 6 septembre 1793. Il a terminé la *Carte de Cassini* (182 Feuilles) et s'est occupé des variations de l'aiguille aimantée. — Son fils Alexandre-Henri-Gabriel, 1784-1832, né à Paris, fut magistrat; ses *Opuscules phytologiques* (1826) le firent entrer à l'Institut (1827). 72, 97.

Castelli (Benedetto), 1577-1644, né à Brescia, fut père bénédictin. 28.

Cauchy (Baron). — *Œuvres complètes* (Paris, 1882-1899). 76, 77, 103, 104, 209.

Celsius (Anders), 1701-1744, né à Upsal, de l'Académie de Stockholm (1739), fut professeur d'Astronomie à l'Université d'Upsal (1730). Il fit construire à ses frais l'Observatoire de cette ville. Il a imaginé la division centésimale du thermomètre. 50, 176.

Cerulli (Vincenzo), né à Teramo (Italie) le 20 avril 1859, ancien élève des Observatoires de Berlin et de Bonn, est depuis 1892 directeur de l'Observatoire de Collurania, près de Teramo. Il a inséré ses observations sur Mars dans les *Pubblicazioni* de cet établissement (1898). 137.

Challis (James), 1803-1882, né à Bramtree (Essex), révérend, de la Société

royale (1848), fut directeur de l'Observatoire de Cambridge (1861). 110, 216.

CHANDLER (Seth-C.), docteur, lauréat de l'Institut (1898), est astronome à Cambridge (États-Unis). Il s'est distingué par ses travaux sur la variation de la latitude et sur les étoiles périodiques. 173.

CHARDIN (Jean), 1643-1713, né à Paris, alla dans la Perse faire le commerce de joaillerie (1671), s'y enrichit et se retira à Londres. Son *Voyage en Perse* (1686; 2ᵉ éd., 1711) contient des renseignements importants sur les progrès de la Science en Perse. 17.

CHARLOIS (Auguste-Honoré-Pierre), né à La Cadière (Var) le 26 novembre 1864, suivit les leçons que V. Puiseux faisait à l'Observatoire de Nice, pendant ses villégiatures. Il est depuis 1897 sous-directeur de cet établissement, où il était entré en 1885. Il obtint en 1889 un prix de l'Institut. 201.

CHASLES (Michel), 1793-1880, né à Épernon (Eure-et-Loir), d'une ancienne et riche famille, polytechnicien (1812), s'est livré à des recherches en géométrie. En 1846, une chaire de géométrie supérieure fut créée pour lui à la Sorbonne. Il fut élu en 1851 membre de l'Académie des Sciences, dont il était correspondant depuis 1839. 207.

CHLADNI (Ernst-Florens-Friedrich), 1756-1827, né à Wittenberg (Prusse), docteur, a exprimé ses opinions sur les aérolithes dans son Livre intitulé *Ueber Feuermeteore* (1819). 120, 121.

CHRISTIE (William-Henry-Mahoney), né à Woolwich (Kent) le 1ᵉʳ octobre 1845, de la Société royale (1871), correspondant de l'Institut (1896), rédacteur en chef de *The Observatory* (1877), est depuis 1881 directeur de l'Observatoire de Greenwich. 133, 140.

CLAIRAUT. 50, 54, 55-57, 61, 211.

CLARK (Alvan), 1804-1887, né à Ashfield (Massachusetts), fut opticien à Cambridge Port (Massachusetts). 118, 202.

CLARK (Alvan-Graham), 1832-1897, né à Hall River (Massachusetts), successeur de son père A. Clark, obtint en 1862 le prix Lalande. 118, 202.

CLARKE (Alexandre-Ross), né à Reading (Berks) le 16 décembre 1828, de la Société royale (1862), est officier ingénieur de l'*Ordnance Survey Office*, à Southampton. Parmi ses écrits, citons un Ouvrage (1858) et des Mémoires (1856, 1861, 1866) sur la figure de la Terre. 162, 165, 174.

CLAUSEN (Thomas), 1801-1885, né à Nübel (Schleswig), fut directeur de l'Observatoire de Dorpat (1865). 215.

CO-CHÉOU-KING. 18.

Common (Andrew-Ainslie), de la Société royale (1885), possède un Observatoire à Ealing, près de Londres. 187, 192.

Copernic (Kopernik), 1, 19-21, 24, 29, 30, 31, 32, 41, 47, 145, 272.

Cornu (Marie-Alfred), né à Orléans le 6 mars 1841, polytechnicien (1860), de l'Institut (1878), du Bureau des Longitudes (1886), ingénieur en chef des Mines (1883), est professeur de physique à l'École Polytechnique (1867). Parmi ses écrits, citons : *Sur le spectre de l'Aurore boréale du 4 février* 1872 ; *Étude des bandes telluriques* α, B *et* A *du spectre solaire* (1886). 108, 127, 152, 187.

Couplet (Pierre), membre de l'Académie des Sciences (1696), est mort en 1743. 49.

Crova (André-Prosper-Paul), né à Perpignan le 3 décembre 1833, docteur (1862), correspondant de l'Institut (1886), est professeur de physique à la Faculté des Sciences de Montpellier (1870). Parmi ses publications, citons : *Mesure de l'intensité calorifique de la radiation solaire et de son absorption par l'atmosphère terrestre* (1876). 129.

D'Alembert (Jean-Baptiste Lerond) était un enfant très chétif lorsqu'il fut trouvé par des ouvriers, le matin du 17 novembre 1717, sur les marches de l'église Saint-Jean-Lerond, aujourd'hui démolie. Le commissaire, chez qui ils portèrent cet enfant, au lieu de l'envoyer selon l'habitude à l'hospice des enfants trouvés, le fit baptiser sous le nom de Jean-Baptiste Lerond, et le confia à l'épouse d'un vitrier nommé Rousseau. Celle-ci éleva avec beaucoup de soin l'enfant auquel son père, le chevalier Destouches-Canon, qui veillait sur lui, laissa à sa mort, en 1726, une rente de 1 200 livres. Le jeune Lerond, recommandé par la famille Destouches, fut admis à 12 ans au Collège des Quatre-Nations, fit de brillantes études et obtint en 1735 le titre de maître ès-arts sous le nom de Daremberg; trois ans après, il le modifia en celui de D'Alembert. Bien qu'il se sentît porté aux recherches géométriques, il étudia le droit pour arriver à une position lucrative; mais il abandonna bien vite cette étude. En 1747, i présenta à l'Académie des Sciences un Mémoire sur le problème des trois corps. Dans ses *Recherches sur les cordes vibrantes* (1748) se trouve son importante découverte de l'intégration des équations aux différentielles partielles. D'Alembert entra en relation avec Frédéric II en 1746; malgré les instances de ce roi, il refusa deux fois, en 1752 et en 1759, d'accepter la présidence de l'Académie de Berlin. A la fin de 1762, D'Alembert déclina la proposition que lui fit Catherine II de diriger l'instruction de son fils. Associé par Diderot à la publication de l'*Encyclopédie,* D'Alem-

bert en écrivit une Préface remarquable intitulée *Discours préliminaire* (1749). A partir de là, il se livra à des travaux littéraires qui furent les titres à son élection, en 1755, de membre de l'Académie française, dont il fut un orateur spirituel. 54, 57-58, 59, 60, 61, 63, 64, 214.

Damoiseau (Marie-Charles-Théodore, Baron), 1768-1846, né à Besançon, émigra pendant la Révolution, fut sous-directeur de l'Observatoire de Lisbonne, rentra en 1807 en France, fut nommé directeur de l'Observatoire militaire et devint en 1825 membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes. 76, 113, 216.

Darboux (Jean-Gaston), né à Nîmes le 14 août 1842, normalien (1861), docteur (1866), de l'Institut (1884), est depuis 1880 professeur de géométrie supérieure à la Sorbonne. Les résultats de ses recherches se trouvent dans ses *Leçons sur la Théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal* (1887-1895). 208.

D'Arrest (Heinrich-Louis), 1822-1875, né à Berlin, lauréat de l'Institut (1846), fut directeur de l'Observatoire de Copenhague (1857). Parmi ses écrits, citons: *Siderum nebulosorum Observationes Havnienses*, 1861-1867 (Havniæ, 1867). 114, 120, 202, 216.

Darwin (George-Howard), né à Down (Kent), le 9 juillet 1845, avocat (1874), de la Société royale (1879), est professeur d'Astronomie à l'Université de Cambridge (1883). 207, 222-223, 228.

Daubrée (Gabriel-Auguste), 1814-1896, né à Metz, polytechnicien (1832), de l'Institut (1861), fut professeur au Muséum d'Histoire naturelle (1861) et à l'École des Mines (1862). Citons ses recherches sur les météorites et leurs chutes (1864, 1866, 1869, 1870, 1875). 121.

Davidson (George), né à Nottingham (Angleterre) le 9 mai 1825, docteur (1875) du *U. S. Coast and Geodesic Survey* (1845-1871), de l'Académie de Washington (1874), correspondant du Bureau des Longitudes (1894), est depuis 1871 professeur de Géodésie et d'Astronomie à l'Université de Berkeley (Californie). 172.

Dawes (William-Rutter), 1799-1868, né à Christ' Hospital (London), révérend, de la Société royale (1865), fut à partir de 1839 astronome à divers Observatoires anglais. 129, 134.

Defforges (Étienne-Gilbert), né à Roanne le 15 mars 1852, polytechnicien (1870), correspondant du Bureau des Longitudes (1889), lauréat de l'Institut (1894), est depuis 1895 lieutenant-colonel d'État-Major. Citons ses *Observations du Pendule* (1894). 159, 172-173.

Delambre. 9, 60, 70-72, 168.

De La Rue (Warren), 1815-1889, né à l'île de Guernesey, de la Société

royale (1850), correspondant de l'Institut (1880), établit un Observatoire à Crawford (Middlesex), et fut un des principaux initiateurs des méthodes photographiques. 186, 196.

Delaunay. 105, 106, 107, 113, 121, 171, 196, 210, 220, 221, 227.

Delisle (Joseph-Nicolas), 1688-1768, né à Paris, de l'Académie des Sciences (1714), alla en 1725 habiter Saint-Pétersbourg où Pierre-le-Grand l'appelait, et devint membre de l'Académie de cette ville (1747). 46.

Dembowski (Ercole, Baron), 1812-1881, né à Milan, servit jusqu'en 1843 dans la Marine autrichienne et se retira pour cause de santé. Puis il fit des mesures micrométriques d'étoiles doubles de 1852 à 1860 à Naples. dans son Observatoire, et de 1860 à 1878 à Gallarate, près du lac Majeur. 118.

Démocrite est né à Abdère (Thrace). 6.

Denning (William-Frederic), né à Radstock (Somerset), le 25 novembre 1848, comptable à Bristol, commença ses études d'Astronomie en 1865. Il est lauréat de l'Institut (1895). Parmi ses Mémoires, citons: *Catalogue of 918 radiant points of shooting stars observed at Bristol,* 1872-1890; *General Catalogue of the radiant points of shooting stars* (1899). 123.

Descartes. Il importe d'ajouter qu'il a publié aussi en 1837 le célèbre *Discours de la Méthode* et la *Géométrie* qui contient les principes de notre *Géométrie analytique*. 39, 40, 125.

Deslandres (Henri), né à Paris le 24 juillet 1854, polytechnicien (1872), était capitaine du Génie et breveté d'État-Major depuis 1879 lorsqu'il démissionna en 1883 pour s'adonner à des recherches scientifiques. Docteur (1888), lauréat de l'Institut (1892, 1896), rédacteur au *Bulletin astronomique* (1897), il est depuis 1897 astronome titulaire à l'Observatoire de Meudon. 143, 188-189, 212.

De Vico (Francesco), 1805-1848, né à Marcerata (Ancône), père jésuite, lauréat de l'Institut (1846), fut directeur de l'Observatoire du Collège romain (1839). 108.

Donati (Giovanni-Battista), 1826-1873, né à Pise, lauréat de l'Institut (1859), fut directeur de l'Observatoire de Florence (1864). 151, 153, 176.

Doppler (Christian), 1803-1853, né à Salzbourg (Autriche), docteur, de l'Académie de Vienne (1848), devint, vers la fin de sa carrière d'enseignement, professeur de physique à l'Université de Vienne. Parmi ses écrits, citons : *Ueber das farbige Licht der Doppelsterne* (1843). 155-157.

Draper (Henry), 1837-1882, né en Virginie, docteur (1858), de l'Académie de Washington (1877), fut professeur à l'Université de New York (1860-1873). 140, 186.

Dunér (Nils-Christofle) né à Billeberga (Suède), le 21 mai 1839, docteur (1863), correspondant de l'Académie de Stockholm (1881), lauréat de l'Institut (1887), est directeur de l'Observatoire d'Upsal (1888). Parmi ses écrits, citons : ***Mesures micrométriques d'étoiles doubles; leurs mouvements relatifs*** (1876); ***Sur les étoiles à spectres de la troisième classe*** (1885); ***Observations des étoiles de la zone entre*** 35° ***et*** 40° ***de déclinaison boréale faites à l'Observatoire de Lund*** (1895, 1896, 1899). 151.

Ellis (William), né à Greenwich le 20 février 1828, de la Société royale (1893), est directeur des ***Magnetic and Meteorological Observations*** à l'Observatoire de Greenwich (1875). 128.

Encke (Johann-Franz), 1791-1865, né à Hambourg, docteur, membre (1825), puis secrétaire de l'Académie de Berlin, correspondant de l'Institut (1825), fut vice-directeur de l'Observatoire de Seeberg (1817), puis directeur de celui de Berlin (1825). 117, 215, 226.

Eratosthène. 9.

Ericsson (John), 1803-1889, né dans le Vermeland (Suède), fut constructeur de machines à air chaud à Londres (1826) et à New York (1839). Citons ses Mémoires sur la chaleur solaire (*Nature*, London, 1871-1884). 131.

Erman (Georg-Adolph), 1806-1877, né à Berlin, docteur, correspondant de la Société royale (1874), fut professeur à l'Université (1839) et lecteur au Collège français de Berlin. Citons aussi ses Mémoires relatifs aux étoiles filantes (1839-1841) et aux actions du magnétisme terrestre. 123.

Espy (James-Pollard), 1786-1860, né à Washington, fut professeur à l'Institut Franklin (1817-1841) et employé au *Department* de la Guerre (1843), à Washington. Citons sa *Philosophy of Storms* (1841). 183.

Euctémon. 7.

Eudoxe. 8.

Euler. 54, 58-59, 60, 61, 65, 72, 75, 208.

Everest (Sir George), 1790-1866, né à Gwernale (pays de Galles), de la Société royale (1827), lieutenant-colonel (1838), quitta l'armée en 1843 et vint habiter Londres. 95.

Fabricius (David), 1564-1617, né à Esens (Hanovre), pasteur, vécut à Osteel. 32.

Fabricius (Johann), né en 1587 à Osteel (Hollande), fils de D. Fabricius, a publié : *De Maculis in Sole observatis* (Wittenberg, juin 1611), 28.

Favaro (Antonio), né à Padoue le 21 mai 1847, d'une famille patricienne,

est professeur de statique graphique, de géométrie projective et d'histoire des mathématiques à l'Université de Padoue (1872). Ses recherches sur Galilée, pendant plus de 20 ans, l'ont désigné pour diriger l'édition nationale de *Le Opere di Galileo Galilei* (t. I-VIII, 1890-1898). 26.

FAYE (H.). 108, 111, 112, 128, 129, 132, 137, 142, 144, 148-151, 163, 171, 173, 176, 183-184, 185, 186, 196, 198-200, 216, 218, 221, 223, 249.

FERMAT (Pierre), 1595-1665, né à Beaumont de Lomagne, près de Toulouse, fut juge au Parlement de Toulouse. Il s'est distingué surtout par sa méthode *De maximis et minimis*. 41.

FERNEL (Jean), 1497-1558, né à Clermont (Oise), était médecin à Paris et s'occupait de mathématiques. Il adapta aux roues de sa voiture un compteur pour enregistrer le nombre de tours de roue sur la route de Paris à Amiens, et, après avoir tenu compte des sinuosités de la route, il parvint à trouver une valeur de la longueur du degré. 33.

FINLAY (William-Henry), né à Liverpool le 17 juin 1849, est depuis 1873 astronome à l'Observatoire du Cap. 154.

FINLEY (John-P.) a publié : *Report on the character of six hundred Tornados* (1884). 183.

FITZ-ROY (Robert), 1805-1865, né à Ampton Hall (Suffolk), de la Société royale (1854), correspondant de l'Institut (1863), dirigea à partir de 1854 les observations météorologiques du *Board of Trade* et devint vice-amiral en 1863. Il a publié un Ouvrage important, *The Weather Book* (1863). 179.

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis), 1819-1896, né à Paris, de l'Institut (1860), du Bureau des Longitudes (1878), obtint en 1856 un prix de l'Institut pour ses travaux sur la lumière. 108, 124, 126, 136, 155-156, 157, 186.

FLAMMARION (Camille), né à Montigny-le-Roi (Haute-Marne) le 25 février 1845, fut élève astronome à l'Observatoire de Paris (1858-1862). En 1865, il devint rédacteur scientifique au journal *Le Siècle*, ensuite dans d'autres journaux, et commença alors à faire des conférences d'Astronomie populaire. En 1882, il établit un Observatoire à Juvisy dans un château que M. E. Méret lui avait donné. Il est fondateur de la *Société astronomique de France* (1887). Parmi ses Ouvrages, dont plusieurs se distinguent par des images poétiques et par des aperçus mystiques, citons : *Astronomie populaire* (100e mille, 1895); *Les Étoiles et les Curiosités du Ciel* (55e mille, 1897); *Les Terres du Ciel* (50e mille, 1899); *Catalogue des Étoiles doubles et multiples en mouvement relatif certain* (1878); *La Planète Mars* (1892). 134, 135, 136, 137.

FLAMSTEED (Flamstead), révérend (1675), fut membre de la Société royale (1677). 45, 81, 92.

FLAUGERGUES (H.). 99, 100, 101..

FOLIE (François-Jacques-Philippe) est né à Venlo (Limbourg cédé) le 11 décembre 1833. Ajoutons qu'il est docteur (1855), membre de l'Académie de Bruxelles (1874), qu'il fut professeur d'Astronomie et de Géodésie à l'Université de Liége (1872-1884). 184.

FONTANA (Francesco), 1602-1656, docteur, habitant Naples, a écrit, dans *Novæ cœlestium terrestriumque rerum observationes* (1646), qu'il a vu une tache sur Mars en 1636 et en 1638. 35, 134.

FONTENELLE (Bernard LE BOVIER DE), 11 février 1657-9 janvier 1757, né à Rouen, de l'Académie française (1691), fut secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences (1699). Il a exposé un système de l'Univers dans ses *Entretiens sur la Pluralité des Mondes* (1686). 55, 79.

FORBES (James-David), 1809-1868, né à Bolington, près d'Édimbourg, correspondant de l'Institut (1842), fut professeur de physique à l'Université d'Édimbourg (1833-1859). Il fit des voyages scientifiques au mont Blanc et en Palestine. 93.

FOUCAULT. Ajoutons qu'il a inventé, pour remplacer les rayons solaires dans les recherches d'optique, l'*appareil illuminateur* (1844), auquel il a joint le *régulateur électro-magnétique* (1846). 124-126, 127, 140, 186, 205.

FOUCHY (Jean-Paul GRANDJEAN DE), 1707-1788, né à Paris, fut membre (1731), puis secrétaire perpétuel (1743) de l'Académie des Sciences. 97.

FOURIER (Jean-Baptiste-Joseph, Baron), 1768-1830, né à Auxerre, membre (1817), puis secrétaire perpétuel (1822) de l'Académie des Sciences, membre de l'Académie française (1827), a écrit : *Théorie analytique de la Chaleur* (1822). 41, 63, 74.

FRANCHOT, mécanicien à Paris, a obtenu en 1854 un prix de l'Académie des Sciences, pour son invention de la lampe à modérateur et ses essais, à partir de 1836, de construction de machines motrices à air chaud. 131.

FRANKLIN (Benjamin), 1706-1790, né à Governors-Island, près de Boston, de parents pauvres, fut d'abord imprimeur à Philadelphie (1728) et devint un personnage important des États-Unis. Il fut élu en 1785 associé de l'Académie des Sciences. Il inventa le paratonnerre (1771). 182-183.

FRAUNHOFER (Joseph), 1787-1826, né à Straubing (Bavière), étudia seul les sciences, étant tailleur de pierres, devint opticien à Munich (1808) et fit des découvertes en Optique. Après avoir signalé 354 raies noires du spectre solaire, il donna des méthodes pour les étudier, les dessiner, fixer

leurs positions, et il désigna les principales raies par des lettres encore employées. 92, 139, 140, 151.

Fresnel (Augustin-Jean), 1788-1827, né à Broglie, polytechnicien (1804), de l'Institut (1823), fut ingénieur des Ponts et Chaussées. Il a publié en 1822 et en 1823 ses Mémoires sur le système des ondes. Pour l'éclairage des phares, il a substitué aux réflecteurs métalliques des lentilles à échelons : son invention fut appliquée en 1827. 125.

Fron (Claude-Émile) est né à Clamecy (Nièvre) le 28 août 1836. Ajoutons qu'il est normalien (1856), docteur (1868), qu'il fut physicien adjoint (1864) et chef de la division de Météorologie (1874) à l'Observatoire de Paris. 180.

Galilée (Galileo Galilei). A l'exposé de ses travaux astronomiques, ajoutons qu'il a donné des démonstrations pour la recherche du centre de gravité (1586), trouvé la cycloïde et l'a appliquée à la forme des arches des ponts (1590), découvert la forme parabolique de la trajectoire des projectiles (1609), inventé le microscope (avant 1624). Ses *Dialoghi delle Nuove Scienze* (Leyde, 1638) furent traduits sous le titre *Les nouvelles Pensées de Galilée* (Paris, 1639). — Notons que Pierre Borel, 1620-1689, né à Castres, médecin du Roi, membre de l'Académie des Sciences, a écrit, dans son Ouvrage *De vero telescopii inventore* (1655) que Zacharie Jansen, opticien à Middelbourg, a inventé en 1590 la première lunette d'approche et que Hans Lipperskey, aussi opticien à Middelbourg, l'a perfectionnée en 1606. On trouve une idée du télescope dans l'*Optica philosophica* (1652-1656) de Nicolo Zucchi, 1586-1670, né à Parme, père jésuite, qui affirme avoir eu cette idée en 1616. — Un célèbre télescope a été inventé en 1663 par James Gregory, 1636-1675, né à Aberdeen (Écosse), oncle de D. Gregory. — Le satellite de Jupiter, découvert par Galilée le 14 janvier 1610, a été vu le 8 janvier 1610 par Simon Marius ou Mayer, 1570-1624, astronome, à partir de 1604, à la cour du margrave Georg Friedrich de Brandebourg-Anspach. 1, 26-30, 32, 51, 92, 97, 242, 265.

Galle (Johann-Gottfried) né à Pabsthaus, près de Wittenberg (Prusse), le 9 juin 1812, docteur (1845), lauréat de l'Institut (1850), fut astronome à l'Observatoire de Berlin (1835), devint en 1851 directeur de l'Observatoire de Breslau. Il habite Potsdam depuis 1897. 109, 110.

Gallus (C.-Sulpicius), consul de Rome en 166 av. J.-C., était tribun des soldats lorsqu'il annonça l'éclipse qui fut cause de la défaite de Persée par Paul-Émile. 14.

Gambart (Jean-Félix-Adolphe), 1800-1836, né à Cette, correspondant de l'Institut (1831), fut directeur de l'Observatoire de Marseille (1822). 215.

Gambey (Henri-Prudence), 1787-1847, né à Troyes, opticien à Paris, fut membre du Bureau des Longitudes (1831) et de l'Institut (1837). 89.

Gassendi (Pierre), né à Champtercier, près de Digne, fut d'abord abbé à Digne. 30-31.

Gauss. 74, 86, 92, 96, 98, 158, 165, 168, 209, 269.

Gautier (Ferdinand-Paul), né à Paris le 12 octobre 1842, opticien à Paris, membre du Bureau des Longitudes (1897), a construit notamment la lunette photographique de l'Observatoire de Meudon, le grand équatorial coudé, les instruments devant servir à établir la Carte photographique du Ciel dans douze grands Observatoires, en Europe et en Amérique. 205.

Gill (David), né à Aberdeen (Écosse), le 12 juin 1843, entra en 1862 dans la maison de commerce de son père, à Aberdeen, se construisit en 1868 un Observatoire dans cette ville, quitta les affaires en 1872 pour devenir astronome à l'Observatoire de Lord Lindsay jusqu'en 1876. Il est depuis 1879 astronome royal au Cap. Il est membre de la Société royale (1883) et correspondant de l'Institut (1896). Il a fait des mesures micrométriques de parallaxes d'étoiles dans l'hémisphère Sud et une détermination de la parallaxe solaire par des observations de Mars (1877). Citons son Catalogue de 1713 étoiles équinoxiales (1879-1885). Depuis plusieurs années, il s'occupe activement de la Carte photographique du Ciel austral. 187, 192, 218, 250.

Gladstone (John-Hall), né à Hackney, près de Londres, le 7 mars 1827, docteur (1848), de la Société royale (1853), fut professeur de chimie à Londres (1850-1877). 140.

Glaisher (James), né à Londres le 7 avril 1809, est membre de la Société royale (1849). — Son fils James-Whitbread-Lee, né à Lewisham (Kent) le 5 novembre 1848, membre de la Société royale (1875), fait des recherches en mathématiques. 111, 112.

Godin (Louis), 1704-1760, né à Paris, tomba en disgrâce à son retour de l'Équateur et devint directeur de l'École de Marine de Cadix. 49, 50, 251.

Goldschmidt (Carl-Wolfgang-Benjamin), 1807-1851, né à Braunschweig (duché de Brunswick), docteur, fut astronome à l'Observatoire de Göttingue (1834) et professeur à l'Université de cette ville (1844). Il a fait surtout des observations magnétiques et des calculs d'orbites de comètes et de planètes. 216.

Goldschmidt (Herman), 1802-1866, né à Francfort-sur-le-Mein, peintre d'histoire, s'est fixé à Paris en 1840, y a découvert 14 petites planètes de 1852 à 1861, et fut lauréat de l'Institut (1852).

Helmert (Friedrich-Robert), né à Freiberg (Saxe) le 31 juillet 1843, ancien professeur de Géodésie à l'École Polytechnique d'Aix-la-Chapelle (1870), est depuis 1886 directeur de l'Institut géodésique de Prusse et du Bureau central de l'Association géodésique internationale. Il vient d'être élu correspondant de l'Institut. Parmi ses publications, citons : *Mathematische und physikalische Theorien der höheren Geodäsie* (1880-1884). 171, 173, 174.

Helmholtz (Herrmann-Ludwig-Ferdinand von), 1821-1894, né à Potsdam, docteur (1848), de l'Académie de Berlin (1857), correspondant (1870), puis associé (1892) de l'Institut, fut professeur de physique à l'Université de Berlin (1871). Il s'est distingué par des travaux de physiologie. 93, 94.

Hencke (Karl-Ludwig), 1793-1866, né à Driesen, lauréat de l'Institut (1847, 1850), fut directeur de poste à Driesen. Il a publié une liste d'étoiles rangées par ordre de grandeur (1859). 86.

Henry (Paul), né à Nancy le 22 août 1848, est depuis 1898 astronome titulaire à l'Observatoire de Paris. — Son frère Henry (Mathieu-Prosper), né à Nancy le 10 décembre 1849, est depuis 1895 astronome titulaire à l'Observatoire de Paris. — Tous deux furent élèves, puis aides astronomes (1868) et astronomes adjoints (1876) à l'Observatoire de Paris, et sont lauréats de l'Institut (1874, 1878). 192, 193.

Hermite (Charles), né à Dieuze (Meurthe) le 25 décembre 1822, polytechnicien (1842), de l'Institut (1856), fut de 1868 à 1898 professeur de calcul différentiel et de calcul intégral à la Sorbonne, et de 1869 à 1878 professeur d'analyse à l'École Polytechnique. Il s'est occupé de la transformation des fonctions abéliennes et de la théorie des nombres. 208, 226.

Herschel (W.). Ajoutons qu'il devint en 1790 associé de l'Académie des Sciences, qu'il fut créé en 1816 chevalier de l'ordre hanovrien des Guelfes, et qu'il fut le premier président de la *Société royale astronomique* de Londres, fondée en 1820. 2, 66, 78-82, 83, 84, 85, 86, 90, 92, 94, 117, 144.

Herschel (A.). 81.

Herschel (Caroline-L.). 81.

Herschel (Sir John-Frederick-William), 1792-1871, né à Slough, fils de W. Herschel, fut membre (1813), puis président (1848) de la Société royale, correspondant (1830), puis associé (1855) de l'Institut. Il est allé de 1834 à 1838 au Cap de Bonne-Espérance, où il fit construire un Observatoire à Feldhausen. A son retour en Angleterre, il a publié : *Results of astronomical Observations made at the Cape of Good Hope* (1847). 90, 93, 94, 117, 120, 139, 186.

Herschel (Alexander-Stewart), né à Feldhausen le 5 février 1836, fils de Sir J. Herschel, devint en 1871 professeur de physique expérimentale au

Durham University College, à Newcastle-on-Tyne. Il est membre de la Société royale (1884). Depuis 1886, il s'est retiré à Slough et s'occupe d'Astronomie. Il a publié d'importants Mémoires sur les étoiles filantes. — Son frère John Herschel, né à Feldhausen le 29 octobre 1837, officier du Génie, membre de la Société royale (1871), a fait des travaux astronomiques et géodésiques. 122.

Hevelius. 32-33, 80, 231.

Hicetas ou Nicetas. 20.

Hill (George-William), né à New York le 3 mars 1838, docteur, lauréat de l'Institut (1898), fut nommé en 1861 rédacteur au *Nautical Almanac* américain, à Washington. Il est en retraite depuis quelques années. 209, 210, 224.

Hind (John-Russel) 1823-1895, né à Nottingham (Angleterre), de la Société royale (1863), correspondant de l'Institut (1851), fut directeur du *Nautical Almanac* (1853-1892). Il construisit 24 Cartes d'étoiles jusqu'à la 11e grandeur dans une zone s'étendant à 3° de part et d'autre de l'écliptique. Ses découvertes de petites planètes lui valurent 5 fois le prix Lalande. 86, 110.

Hipparque. 1, 8, 9-11, 12, 13, 67.

Hirn (Gustav-Adolph), 1815-1890, né au Logelbach, près de Colmar, fut ingénieur dans la fabrique de son grand-père maternel (1834). Il devint correspondant de l'Institut en 1867. Parmi ses écrits, citons : *Conditions d'équilibre et nature probable des Anneaux de Saturne* (1872). 212, 223.

Holden (Edward-Singleton), né à Saint-Louis (Missouri) le 5 novembre 1846, officier du Génie (1871), membre de l'Académie de Washington, fut directeur de l'Observatoire de l'Université de Wisconsin et professeur d'Astronomie à cette Université (1881), et enfin directeur de l'Observatoire Lick (1888-1898). Citons ses recherches sur la couleur des étoiles doubles (1880). 196.

Hooke (Robert), 1638-1702, né à Freshwater (île de Wight), membre (1662), puis secrétaire (1678) de la Société royale, fut professeur au *Gresham College* (1664). Ses idées sur la gravitation sont exposées dans *An attempt to prove the motion of the Earth* (1674). 41, 42, 92, 270.

Horrebow (Peter), 1679-1764, né à Lösgstör (Jütland), professeur à l'Université de Copenhague (1714), correspondant de l'Académie des Sciences (1746), a inventé la méthode pour déterminer la latitude géographique par la différence des hauteurs de deux étoiles ayant des déclinaisons connues et culminant à peu près à la même hauteur au nord et au sud du zénith. 101. 175.

Horrox (Jeremiah), 1619-1641, né à Toxteth (Lancastershire), était pauvre. Sa *Lunæ Theoria nova* (1638) se trouve dans ses *Œuvres* (London, 1672-1678). 33.

Houlagou-Il-Khan, 1217-1265, petit-fils de Gengis-Khan, conquit la Perse et mit à mort dans Bagdad, en 1258, Mohassim, le dernier des califes abbassides. Il protégea les savants et fit élever l'Observatoire de Meragha. 17, 274.

Huggins (Sir William), né à Londres le 7 février 1824, a érigé en 1856 un Observatoire sur *Upper Tulse Hill* à Londres et s'est livré, l'un des premiers, aux recherches spectroscopiques. Il est membre de la Société royale (1865), qui lui a décerné en 1898 sa plus haute récompense, la *Copley Medal*, lauréat (1872, 1883, 1888) et correspondant de l'Institut (1874). 133, 134, 151, 152, 153, 154, 156, 186-187, 189.

Lady Huggins (Margaret Lindsay), née à Dublin, s'est associée depuis 1875 aux travaux astronomiques de son mari, Sir William. 187.

Humboldt (Friedrich-Heinrich-Alexander von), (1769-1859), né à Berlin, de l'Académie de Berlin (1800), associé étranger de l'Institut (1810), explora l'Amérique du Sud (1799-1804), vécut à Paris et à Berlin. Sa principale publication est le *Kosmos* (1845-1858), que M. H. Faye a traduit en français (1856). 87, 109, 199.

Huygens (Seigneur de Zuylichem). 33, 34-35, 45, 49.

Ibañez de Ibero (Carlos, Marquis de Mulhacen), mort en 1891, devint général. Il fut correspondant de l'Institut (1885). 159, 167, 171, 173.

I-Hang. 18.

Jacobi. — *Gesammelte Werke* (Berlin, 1881-1886). 75-76, 207, 208.

James (Sir Henry), 1803-1877, né à Rosemundi, Sainte-Agnès (Cornouailles), de la Société royale (1848), devint général (1868). 161, 165.

Jansen. 244.

Janssen (Pierre-Jules-César) est né à Paris le 22 février 1824. Ajoutons qu'il est docteur (1860), qu'il a dirigé de nombreuses Missions scientifiques officielles, et qu'il devint en 1873 membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes. Donnant l'exemple le plus complet d'une vie entièrement consacrée aux recherches scientifiques, il n'a jamais reculé, même à un âge assez avancé, devant aucune fatigue, et ne s'est jamais dérobé à l'accomplissement d'aucune mission lointaine ou périlleuse, pouvant faire progresser l'Astronomie physique. 134, 137, 140, 141, 142, 143, 154-155, 188, 190, 192, 197, 200, 221.

Jeaurat (Edme-Sébastien), 1724-1803, né à Paris, ingénieur-géographe, de l'Académie des Sciences (1753), a travaillé à la *Carte de Cassini*. 98.

Jussieu (Joseph de), 1704-1779, né à Lyon, fut botaniste. 49.

Kant (Immanuel), 1724-1804, né à Königsberg, de l'Académie de Berlin (1787), fut professeur de philosophie à l'Université de Königsberg (1770) et recteur de cette Université (1786). Parmi ses Ouvrages, citons le suivant : *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (1755), traduit en français par M. C. Wolf (1886). 68-69, 93, 223.

Kapteyn (J.-C.), né à Barneveld (Hollande) le 19 janvier 1851, qui fut de 1875 à 1877 astronome à l'Observatoire de Leyde, est depuis 1878 professeur d'Astronomie à l'Université de Groningue. Il dirige les mesures et la réduction des clichés obtenus à l'Observatoire du Cap, pour une Carte du Ciel austral, et publie avec M. D. Gill le résultat de ce travail sous le titre : *Cape photographic Durchmusterung* (2 vol. sont parus; le 3e et dernier est sous presse). 224.

Keeler (James-Edward), né à La Salle (Illinois) le 10 septembre 1857, de l'Académie de Boston, fut astronome à l'Observatoire Lick (1888-1898). Il est directeur de cet établissement depuis le 1er juin 1898. Citons ses *Spectroscopic observations of Nebulæ* (1894). 196.

Képler (Keppler). — *Opera Omnia*, Francfort (1858). 1, 22, 24-26, 30, 32, 39, 40, 41, 43, 52, 73, 85, 131, 202, 222, 232.

Kirchhoff (Gustav-Robert), 1824-1887, né à Königsberg, correspondant de l'Institut (1870), membre de l'Académie de Berlin (1875), fut professeur de physique à l'Université de Heidelberg (1851) et de Berlin (1875). Parmi ses Mémoires, citons : *Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente* (1861). 129, 140.

Kirkwood (Daniel), 1814-1898, né à Hartford Co (Maryland), fut professeur à l'Université indienne de Bloomington (1856). Citons sa *Meteoric Astronomy* (1867). 121.

Mlle Dorothea Klumpke, née à San Francisco, quitta jeune encore cette ville pour aller à Göttingue, à Lausanne et à Paris. En 1893, elle soutint en Sorbonne une thèse de doctorat, où elle continue et développe la théorie des anneaux de Saturne commencée par S. Kowalevski. Elle est attachée depuis 1892 à l'Observatoire de Paris, où elle était entrée comme élève en 1886. 194.

Kobold (Hermann-Albert), né à Hanovre le 5 août 1858, docteur (1880), astronome à l'Observatoire de Strasbourg (1886), a publié en allemand : *Sur la détermination du mouvement propre du système solaire* (1895);

Sur la classification des Étoiles d'après leurs mouvements propres (1895); *Recherche du mouvement propre de 523 étoiles de l'hémisphère Sud* (1897). 120.

Kowalevski (Sophie). 213, 250.

Krayenhoff (Corneille-Rodolphe-Théodore, Baron de), 1758-1840, né à Nimègue, fut en Hollande inspecteur général du Génie (1813), puis gouverneur de la Marine. Citons son *Précis historique des opérations géodésiques et astronomiques faites en Hollande* (1815). 96.

La Caille (de). Ajoutons qu'il fut abbé et professeur de mathématiques au Collège Mazarin (1739). Citons ses *Astronomiæ Fundamenta* (1757) et son *Cœlum australe* (1763). 50, 51.

La Condamine (Charles-Marie de), 1701-1774, né à Paris, a publié : *Relation d'un Voyage dans l'Amérique méridionale* (1745); *Journal d'un Voyage à l'Équateur* (1751). 49, 50.

La Gournerie (Jules-Antoine Maillard de), 1814-1883, né à Nantes, polytechnicien (1833), de l'Institut (1873), fut professeur de géométrie descriptive à l'École Polytechnique (1849) et au Conservatoire des Arts et Métiers (1854). Il a écrit des Traités estimés de perspective et de géométrie descriptive. Après bien des recherches, il a trouvé l'explication du différend entre Godin et Bouguer : le premier voulait mesurer un arc de méridien près de Quito, tandis que le second proposait de le mesurer sur la cote, afin d'épargner bien du temps et beaucoup de peine. 50.

Lagrange (Comte). — *Œuvres complètes* (Paris, 1867-1892). 1, 42, 54, 60-62, 64, 65, 66, 74, 75, 86, 227.

La Hire (Philippe de), 1640-1718, né à Paris, de l'Académie des Sciences (1678), fut professeur de mathématiques au Collège de France. Citons les observations barométriques et magnétiques qu'il fit dans les divers pays de France où il dirigeait des triangulations. 38, 97.

La Hire (Gabriel-Philippe de), 1677-1719, né à Paris, de l'Académie des Sciences (1694), succéda à son père P. de La Hire comme professeur au Collège de France. Citons ses remarques sur l'aimant. 97.

La Lande (de) ou Lalande. Citons en outre ses *Réflexions sur les comètes qui peuvent approcher de la Terre* (1773) et son *Astronomie des Dames*. 51, 69-70, 74, 120, 199, 202, 272.

La Lande (Michel-Jean-Jérôme Le François de), 1766-1839, né à Courcy, près de Coutances, neveu de J.-J. de La Lande, membre de l'Institut (1801), fut directeur de l'Observatoire de l'École Militaire. Citons ses Tables de Mars et son Catalogue d'étoiles (1801). 272.

Lallemand (Jean-Pierre *dit* Charles), né à Saint-Aubin-sur-Aire (Meuse) le 7 mars 1857, polytechnicien (1874), ingénieur en chef des Mines (1893), membre du Bureau des Longitudes (1894), est depuis 1891 directeur du Service du Nivellement général de la France et en outre depuis 1898 chef du Service technique du Cadastre. Il a inventé le *médimarémètre* (1888) pour déterminer directement le niveau moyen des mers, et a découvert l'*Uniformité du niveau moyen des mers européennes* (1890), ainsi que l'existence de petites *Erreurs systématiques* dans la plupart des grands réseaux européens de *Nivellements de précision*. 172, 173, 174.

Lamarck (Jean-Baptiste-Antoine-Pierre Monnet de), 1744-1829, né à Barentin (Picardie), de l'Académie des Sciences (1779), fut professeur au Muséum d'Histoire naturelle (1792). Citons son *Annuaire météorologique* (1799 à 1810) et sa *Philosophie zoologique* (1809) où il émet le premier l'idée que les êtres complets dérivent de la transformation d'êtres simples. 99.

Lambert-Bey (Charles-François), 1804-1864, né à Valenciennes (Nord), polytechnicien (1822), docteur, fut ingénieur des Mines en Algérie. Il a fondé l'Observatoire du Caire. 114.

Lambert (Johann-Heinrich), 1728-1777, né à Mulhouse, fut membre de l'Académie de Berlin (1765). Parmi ses publications, citons sa célèbre *Photometria* (1760). 59, 80, 130.

Lambton (William), 1748-1823, né à Crosby-Grange (York), d'humbles parents, fut officier et devint en 1817 membre de la Société royale et correspondant de l'Institut. 95.

Lamont (Johann), 1805-1879, né à Bræmar (Écosse), fut professeur d'Astronomie à l'Université de Munich (1852). 128.

Langley (Samuel-Pierpont), né à Roxbury (Massachusetts) le 22 août 1834, de l'Académie de Washington (1876), correspondant de l'Institut (1888), fut directeur de l'Observatoire d'Allegheny, en Pennsylvanie (1867). Il est depuis 1887 secrétaire à la *Smithsonian Institution*, à Washington. 129, 130, 151.

Laplace [Comte (1804), Marquis (1817) de La Place]. — *Œuvres complètes* (Paris, 1878-1898). III, VI, 2, 12, 44, 54, 63-68, 69, 70, 73, 81, 87, 95, 108, 113, 114, 137, 148, 166, 208, 211, 213, 214, 215, 220, 221, 222, 223, 227, 273.

Lassell (William), 1799-1880, né à Bolton (Lancastre), s'occupait d'Astronomie tout en étant, à Liverpool, employé de commerce (1814-1821) puis brasseur (1821-1852). Il établit un télescope à Malte en 1852, puis se fit construire un Observatoire à Maidenhead (Angleterre). Il fut élu

membre de la Société royale en 1849. Il a découvert le satellite de Neptune le 10 octobre 1846 et deux satellites d'Uranus le 24 octobre 1851. 110, 145, 211.

Laugier (Paul-Auguste-Ernest), 1812-1872, né à Paris, polytechnicien (1832), de l'Institut (1834), du Bureau des Longitudes (1843), fut astronome à l'Observatoire de Paris. Citons son important *Mémoire sur la détermination des distances polaires des étoiles fondamentales* (1857). 120, 127.

Laussedat (Aimé), né à Moulins (Allier) le 19 avril 1819, polytechnicien (1838), de l'Institut (1894), devint en 1874 colonel du Génie. Il fut professeur d'Astronomie et de Géodésie à l'École Polytechnique (1856-1871). Il est directeur du Conservatoire des Arts et Métiers (1881). Citons son Ouvrage intitulé *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques* (1er vol., 1899). 141-142, 161, 167.

Lavoisier (Antoine-Laurent), né à Paris en 1743, de l'Académie des Sciences (1768), fermier général (1769), commença en 1772 ses importants travaux de chimie, et mourut sur l'échafaud révolutionnaire le 8 mai 1794. 98.

Legendre (Adrien-Marie), 1752-1833, né à Toulouse, de l'Académie des Sciences (1783), du Bureau des Longitudes (1795), devint en 1795 professeur de mathématiques à l'École Normale. Il s'est occupé des fonctions elliptiques et de la théorie des nombres. Citons ses *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes* (1805), où il donne le premier la méthode des moindres carrés. 72.

Leibnitz (Gottfried-Wilhelm), 1646-1716, né à Leipzig, correspondant de l'Académie des Sciences (1669) et de la Société royale (1673), secrétaire perpétuel de l'Académie de Berlin, à sa fondation (1700), est regardé comme un génie universel. Il a inventé le *Calcul différentiel*. 45.

Le Monnier (Pierre-Charles), 1715-1799, né à Paris, fut professeur au Collège de France. Il fit avec le gnomon en 1743, dans l'église Saint-Sulpice, à Paris, des observations qui, comme celles de Cassini à Bologne en 1656, montrent la diminution de l'obliquité de l'écliptique. Citons son *Histoire céleste* (1741) et sa *Théorie des Comètes* (1743). 50, 81.

Leroy (Pierre), 1717-1785, né à Paris, horloger et opticien à Paris, s'est occupé de la recherche des longitudes en mer. 59.

Lescarbault (Edmond-Modeste), 1814-1894, né à Châteaudun, docteur-médecin à Orgères (Eure-et-Loir), a envoyé au Ministère de l'Instruction publique, pendant une trentaine d'années, ses observations météorologiques et astronomiques. 111.

LOCKYER (Sir Norman-Joseph), né à Rugby (Warwickshire) le 17 mai 1836, membre de la Société royale (1869), qui lui a décerné en 1874 la *Rumford Medal*, correspondant de l'Institut (1873), est depuis 1875 directeur de l'Observatoire de Physique solaire à South Kensington et professeur d'Astronomie physique au Collège royal de Londres. Parmi ses écrits, citons : *Spectroscope and its applications* (1873); *Primer of Astronomy* (1874, 34e mille, 1888); *Chemistry of the Sun* (1887); *Studies in spectrum analysis* (1878); *Dawn of Astronomy* (1894). 134, 142.

LŒWY (Maurice), né à Vienne (Autriche) le 15 avril 1833, ancien élève de l'Observatoire de Vienne, entra à l'Observatoire de Paris comme astronome adjoint en 1861 et devint titulaire en 1866. Il fut naturalisé français en 1869. Il est membre du Bureau des Longitudes (1872) et de l'Institut (1873), directeur de l'Observatoire de Paris depuis le 1er décembre 1896, après en avoir été sous-directeur pendant 18 ans. 166, 175, 192, 195, 196-198, 200, 214, 217, 220.

LOHRMANN (Wilhelm-Gotthelf), 1796-1840, né à Dresde (Saxe royale), fut inspecteur des finances (section de l'arpentage) et inspecteur des Salons mathématiques à Dresde. 195.

LONGOMONTANUS (Christian ou Séverin), né à Longberg (Jütland), fut professeur d'Astronomie à l'Université de Copenhague. 24.

LOWELL (Percival) dirige l'Observatoire qu'il a fondé à Boston (États-Unis). En 1896, il est allé à Flagstaff (Arizona) et y a fait d'importantes études sur la planète Mars. 137.

LUBBOCK (Sir John-William), 1803-1865, banquier à Londres, fut membre de la Société royale (1829) et premier vice-chancelier de l'Université de Londres (1837-1842). 103.

LUVINI (Giovanni), 1818-1892, né à Volpiano, près de Turin, docteur (1841), fut professeur de physique à l'Académie militaire de Turin (1862-1885). 183.

MACLAURIN (Colin), 1698-1746, né à Kilmoddan, près d'Inverary (Écosse), de la Société royale (1719), fut professeur de mathématiques à l'Université d'Édimbourg (1725). 41, 64.

MAC-LEAR (Sir Thomas), 1794-1879, né à Tyrone (Irlande), de la Société royale (1831), correspondant de l'Institut (1863), fut astronome royal au Cap (1834). 114.

MÄDLER (Johann-Heinrich), 1794-1874, né à Berlin, travailla avec Beer et devint directeur de l'Observatoire de Dorpat (1840). Citons ses mesures micrométriques d'étoiles doubles. — *Voir* BEER. 134, 195.

NASMYTH (James), 1808-1890, né à Edimbourg, mécanicien, construisit à Penshurst (Kent), à partir de 1857, des télescopes très puissants pour faire des études solaires et lunaires. 129.

NASSIR-EDDIN, est né à Thous (Khorassan). 17.

NEISON ou NEVILLE (Edmund), né à Londres le 27 août 1851, a résidé longtemps à Londres et s'y est occupé surtout de Sélénographie. Il est à présent directeur de l'Observatoire de Natal (Brésil). 195.

NEWCOMB (Simon), né à Wallace (Canada) le 12 mars 1835, correspondant (1874), puis associé (1895) de l'Institut, secrétaire de l'Académie de Washington (1881), fut professeur à l'Observatoire naval de Washington (1861), professeur d'Astronomie à l'Université J. Hopkins, à Baltimore (1884), et directeur en chef du *Nautical Almanac* américain (1877-1897). Il est à présent en retraite. Outre les publications dont nous avons parlé, citons : *Popular Astronomy* (1878; 3e éd., 1883); *Researches on the motion of the Moon : Part. I, Reduction and discussion of observations before* 1750 (1878); *Recurrence of solar eclipses with Tables of eclipses from BC* 700 *to AD* 2300 (1879); *Catalogue of* 1098 *standard clock and zodiacal stars* (1881); *Some points relating to the solar motion and the mean parallax of stars of different orders of magnitude* (1899). 127, 151, 208, 209, 210, 211, 218, 220, 224.

NEWTON (I.). Ajoutons qu'il a inventé la *Méthode des fluxions* analogue au Calcul différentiel. 1, 25, 39, 40-45, 49, 52, 53, 54, 56, 58, 125, 209, 219, 227, 272.

NEWTON (Hubert-Anson), 1830-1896, né à Sherburne (New York), devint en 1882 directeur de l'Observatoire du *Yale College*, à New Haven (Connecticut). Parmi ses Mémoires, citons : *Etoiles filantes dans les États-Unis* (1868-1873); *Relation of meteorites to comets* (1878); *Origin of comets* (1878); *On the capture of comets by planets especially their capture by Jupiter* (1891). 122, 215.

NORWOOD (Richard), chaîna la distance entre Londres et York, en relevant les sinuosités de la route avec la boussole, et en déduisit une valeur de la longueur du degré. 33.

NOVARA (Domenico-Maria), 1454-1504, né à Ferrare, fut professeur d'Astronomie à l'Université de Bologne. 19,

OLBERS. 72-73, 74, 85, 86, 91, 99, 131, 214.

OLMSTED (Denison), 1791-1859, né à East Hartford (Connecticut), devint en 1836 professeur d'Astronomie au *Yale College*, à New Haven (Connecticut). Citons son Mémoire *On the nature and causes of the meteors of nov.* 13, 1833 (1834). 121.

Omar-Al-Kheyyan (le Faiseur de Tentes), qui est mort à Naishapur (Khorassan), fut aussi un poète, dont les quatrains ont été traduits en français et en anglais. L'Observatoire de Merv fut créé par le sultan seldjoucide Malek-Schah (mort en 1093), sur le conseil de son tout-puissant vizir Nizam-Al-Molk, qui avait été condisciple d'Omar. Reinaud, dans l'Introduction de sa traduction de la *Géographie* d'Aboulféda, dit que la réforme du Calendrier faite par Omar a reçu le nom d'*Al-Djahely*, du titre *Djelad-Eddin* (Honneur de la Religion) que portait le sultan. 17, 38.

Oppolzer (Theodor von), 1841-1886, né à Prague, docteur en médecine (1871), de l'Académie de Vienne (1882), correspondant de l'Institut (1879), devint en 1875 professeur d'Astronomie et de Géodésie à l'Université de Vienne. Citons son *Traité de la détermination des orbites des comètes et des planètes* (éd. en all., 1870; trad. en fr., 1886) et son *Canon der Sonnenfinsternisse* (1887). 111, 123.

Oriani (Barnaba, Comte), 1752-1832, né à Garegnano, près de Milan, fut astronome à l'Observatoire du Collège des Jésuites, à Milan (1776), puis directeur de cet Observatoire (1802) et fut élu correspondant de l'Institut (1803). Il mesura l'arc de méridien entre Rimini et Rome et, avec de Zach, entre Milan et Gênes. 96.

Oulough-Beg (Mirza-Mohamed), 1394-1449, né à Sultanieh, fut prince de Samarcande à partir de 1447. 17.

Outhier (Reginaud), 1694-1774, né à Lamare-Jousserand (baillage de Poligny), fut, étant abbé, secrétaire du cardinal de Luynes et devint évêque de Bayeux. 50.

Pascal (Blaise), 1623-1662, né à Clermont, en Auvergne, auteur des *Provinciales* (1656-1657) et des *Pensées* (1670), s'est aussi distingué par des travaux scientifiques. Il publia en 1647 ses *Nouvelles expériences touchant le vuide*, et les fit exécuter sur la tour Saint-Jacques-de-la-Boucherie. 41.

Perrier. Ajoutons qu'il représenta la France à la Conférence diplomatique de Berlin en 1880, qu'il fut membre (1880), puis président du Conseil général du Gard et qu'il apporta dans ces fonctions politiques l'esprit d'organisation qu'il avait montré dans sa carrière scientifique. 114, 163-169, 171.

Perrotin (Henri-Joseph-Anastase), né à Saint-Loup (Tarn-et-Garonne) le 19 décembre 1845, docteur (1879), correspondant de l'Institut (1892) et du Bureau des Longitudes (1894), est depuis 1880 directeur de l'Observatoire de Nice. Il est allé étudier en 1880, sur l'invitation de M. Bischoffs-

heim, 31 Observatoires en Europe, pour organiser celui de Nice d'après cette étude. 118, 133, 136, 209.

PETERS (Christian-August-Friedrich), 1806-1880, né à Hambourg, docteur, de l'Académie de Saint-Pétersbourg (1847), correspondant de l'Institut (1857), fut directeur de l'Observatoire d'Altona (1854), puis de celui de Kiel (1872). 118.

PETERS (Carl-Friedrich-Wilhelm), 1844-1894, né à Poulkova, fils de C.-A.-F. Peters, docteur (1868), fut attaché successivement aux Observatoires de Hambourg, Altona, Kiel et fut directeur de l'Observatoire de Königsberg (1888). Citons son Mémoire intitulé *Sternschnuppen des* 10 *August und* 13 *November* 1866 (1867). 123.

PETERS (Christian-Heinrich-Friedrich), 1813-1890, né à Coldenbüttel, près de Flensburg (Sleswig), docteur (1836), après avoir fait des travaux topographiques en Italie et à Constantinople, devint en 1858 professeur d'Astronomie au *Hamilton College,* à New York. Il fut lauréat de l'Institut (1880). 201.

PHILOLAÜS est né à Crotone ou à Tarente. 6, 20.

PIAZZI. 70, 71, 85, 86-87.

PIAZZI-SMYTH. 273.

PICARD. Ajoutons qu'il était abbé et qu'il fut professeur d'Astronomie au Collège de France. 33-34, 36, 37, 42, 49, 98.

PICKERING (Edward-Charles), né à Boston le 19 juillet 1846, lauréat de l'Institut (1880), est depuis 1877 directeur de l'Observatoire du *Harvard College,* à Cambridge (États-Unis). 118, 130, 151, 187, 203.

PICKERING (William-Henry), né à Boston, le 15 février 1858, frère de E.-C. Pickering, fut professeur d'Astronomie physique à Boston. 203.

PIDDINGTON (Henry), 1797-1858, né à Uckfield (Sussex), curateur du Muséum de Géologie à Calcutta, a publié des Mémoires sur les *Storms* de l'Inde à partir de 1839 et *The sailor's horn Book for the Law of Storms* (1848). 177.

PILGRAM (Anton), 1730-1793, né à Vienne, père jésuite, fut astronome à l'Observatoire de Vienne (1753). 99.

PINGRÉ. Ajoutons qu'il fut chanoine du chapitre et bibliothécaire de l'abbaye de Sainte-Geneviève (1753) et qu'il a publié en 1786 une traduction estimée des poèmes d'Aratus et de Manilius. 59, 60.

PLANA. Ajoutons qu'il fut polytechnicien (1800), professeur à l'École d'Artillerie d'Alexandrie (1803), puis de Turin. 76, 96, 103, 105, 113, 130.

PLATON. 1, 7-8.

Plücker (Jules), 1801-1868, né à Elberfeld (Prusse), fut professeur de sciences à l'Université de Bonn (1836). Il fut correspondant de l'Institut (1867). Il a fait des recherches en mathématiques, en électromagnétisme et en Analyse spectrale. 139.

Plutarque (50-139) est né à Chéronée (Béotie). 41.

Poincaré (Jules-Henri), né à Nancy le 29 avril 1854, entré premier en 1873 à l'École Polytechnique, sorti premier de l'École des Mines, docteur (1879), de l'Institut (1887), président du Comité de rédaction du *Bulletin astronomique* (1897), est depuis 1896 professeur de Physique mathématique et de Mécanique céleste à la Sorbonne. Outre des Mémoires sur la Mécanique céleste, il a publié à partir de 1879 des Mémoires sur les équations différentielles, les fonctions fuchsiennes et la théorie des nombres. 207, 208, 212, 225, 226-228.

Poinsot (Louis), 1777-1859, né à Paris, polytechnicien (1795), de l'Institut (1813), du Bureau des Longitudes (1843), fut professeur d'analyse à l'École Polytechnique (1809). Il a contribué aux progrès de la Mécanique céleste. 126.

Poisson (Siméon-Denis), 1781-1840, né à Pithiviers (Gâtinais), polytechnicien (1798), du Bureau des Longitudes (1808), de l'Institut (1812), fut professeur de mécanique à la Sorbonne (1808). Il s'est distingué par des recherches en mathématiques supérieures. Il a émis en 1838, au sujet de la chaleur centrale de la Terre, l'opinion que la température de la surface terrestre a diminué, parce que le système solaire a passé d'une région chaude à une région relativement froide. 66, 76, 105, 126, 130, 227.

Polbni (Giovanni, Marquis de), 1683-1761, né à Venise, fut professeur d'Astronomie à l'Université de Padoue (1709). Parmi ses Mémoires, citons: *Astronomische und meteorologische Beobachtungen* (1724-1738). 99.

Pons (Jean-Louis), 1761-1831, né Peyre (Haut-Dauphiné), étant portier à l'Observatoire de Marseille, s'y exerça seul aux observations astronomiques et y devint astronome adjoint (1813). Il fut ensuite nommé astronome à l'Observatoire de Marlia, près de Lucca (1819), puis à celui de Florence (1825). Il a découvert beaucoup de comètes. 215.

Pontécoulant (Philippe-Gustave, Comte Doulcet de), 1795-1874, polytechnicien (1811), colonel d'État-Major (1849), a exposé sa théorie de la Lune dans sa *Théorie analytique du Système du Monde* (1829-1846). 74, 103.

Pouillet (Claude-Gervais-Mathias), 1791-1868, né à Cuisance (Doubs), normalien (1811), de l'Institut (1837), fut directeur du Conservatoire des

Arts et Métiers (1832-1849) et professeur de physique à l'École Normale et à la Sorbonne (1838-1851). Citons ses *Éléments de Physique expérimentale et de Météorologie* (1827; 7ᵉ éd., 1856). 93, 131.

Proctor (Richard-Antony), 1837-1888, né à Chelsea (Massachusetts), manifeste des tendances mystiques dans ses Ouvrages d'Astronomie. Son *Star Atlas* (1870) a été traduit sous le titre de *Nouvel Atlas céleste* (1886). 119, 134.

Ptolémée (Πτολεμαῖος Κλαυδίος). On ne connaît pas le lieu où il est né. Il a exposé dans son Œuvre (*Les 13 Livres de la Grande Composition*) les Mathématiques, l'Astronomie, la Géographie, l'Optique. — Le mot *Almageste* a été formé de l'article arabe *al* et du mot grec *μέγιστος* (*très grand*). 1, 3, 8, 12-13, 14, 15, 16, 17, 19, 24, 29, 229, 231, 272.

Puiseux (Victor-Alexandre), 1820-1883, né à Argenteuil, près de Paris, normalien (1837), du Bureau des Longitudes (1868), de l'Institut (1871), fut professeur de Mécanique céleste à la Sorbonne (1857-1882). Citons son Mémoire sur les *Principales inégalités du mouvement de la Lune* (1864). 221, 237.

Puiseux (Pierre-Henri), né à Paris le 20 juillet 1855, fils de V. Puiseux, normalien (1875), docteur (1879), lauréat de l'Institut (1892, 1896), est astronome adjoint à l'Observatoire de Paris (1885) et professeur adjoint à la Sorbonne (1897). 196, 197-198.

Puissant (Louis), 1769-1843, né au Châtelet (Champagne), a étudié seul les mathématiques, étant aide-arpenteur. Il devint professeur à l'École de l'État-Major (1804-1824) et membre de l'Institut (1828). Il a publié deux Ouvrages estimés, un *Traité de Géodésie* (1805; 3ᵉ éd., 1842) et un *Traité de Topographie* (1807). 96, 168.

Purbach (Georg). Son Ouvrage intitulé *Theoricæ novæ Planetarum* a été publié après sa mort, en 1488. 16-17.

Pythagore. 1, 6, 41.

Radau (Jean-Charles-Rodolphe), né à Angerbourg (Lithuanie allemande) le 22 janvier 1835, débuta à l'Observatoire de Königsberg (1855-1856), vint à Paris avec M. Antoine d'Abbadie en 1858, et, tout en étant rédacteur à la *Revue des Deux-Mondes*, s'occupa de questions astronomiques et géodésiques. Il se fit naturaliser français en 1873. Il a été collaborateur de Tisserand pour diverses recherches de Mécanique céleste, et il est membre du Comité de rédaction du *Bulletin astronomique* depuis sa fondation, en 1884. Il fut élu en 1897 membre de l'Institut. 128, 132, 160, 173, 210, 214, 217.

RAYET (George-Antoine-Pons), né à Bordeaux le 12 décembre 1839, correspondant de l'Institut (1892), est professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences (1876) et directeur de l'Observatoire (1892) de Bordeaux. Son principal écrit a pour titre : *L'Astronomie pratique et les Observatoires en Europe et en Amérique depuis le milieu du* XVIIe *siècle* (1874-1878). 142, 153.

REDFIELD (William-C.), 1789-1857, né à Middletown (Connecticut), fut mécanicien dans les chantiers de la navigation à vapeur à New York. Citons ses Mémoires : *On the whirlwind character of certain storms* (1837); *On the spirality of motion in whirlwinds* (1857). 177.

REGIOMONTANUS. — *Voir* MULLER (J.).

REGNAULT (Henri-Victor), 1810-1878, né à Aix-la-Chapelle, polytechnicien (1830), ingénieur des Mines, membre de l'Institut (1840), devint en 1847 professeur de chimie à l'École Polytechnique et de physique au Collège de France. Ses expériences de physique ont donné des résultats encore adoptés. Citons ses *Instructions pour les observations météorologiques.* (1866). 107, 121.

REID (Sir William), 1791-1858, né à Kinglassie (Fife, Écosse), de la Société royale (1839), devint général-major. Parmi ses écrits, citons : *An attempt to develop the law of storms by means of facts* (1838); *The progress and the development of the laws of storms and periodical winds* (1849). 177.

RESAL (Henri-Amé), 1828-1896, né à Plombières (Vosges), polytechnicien (1847), docteur (1855), de l'Institut (1873), fut professeur de mécanique à l'École Polytechnique et à l'École des Mines (1870). Citons son *Traité de Mécanique céleste* (1865; 2e éd., 1884). 121.

REYE (Carl-Theodor), né à Ritzbüttel (république de Hambourg) le 20 juin 1838, docteur (1861), est depuis 1872 professeur de mathématiques à l'Université de Strasbourg. Citons son Ouvrage sur les Tornados (1872, 1880). 183.

RHETICUS (Georg-Joachim), 1514-1576, né à Feldkirch (Grisons), fut professeur à l'Université de Wittenberg (1537). 21.

RICCIOLI (Giovanni-Battista). Ajoutons qu'il était père jésuite et qu'il fut professeur à Pavie, puis à Bologne. Il a publié : *Almagestum novum* (1651); *Astronomia reformata* (1665). 31.

RICHER (Jean) est mort en 1696. 35.

ROBERVAL (Giles PERSONE DE), 1602-1675, né à Roberval, près de Beauvais, de l'Académie des Sciences (1666), fut professeur de mathéma-

tiques au Collège de France (1632). Citons sa ***Nouvelle manière de Balance*** (1670). 41.

ROCHE (Édouard-Albert), 1820-1883, né à Montpellier, docteur (1844), correspondant de l'Institut (1873), fut professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier (1849). Parmi ses Mémoires, citons : ***Réflexions sur la théorie des phénomènes cométaires*** (1860); ***Essai sur la constitution et l'origine du système solaire*** (1873). 215, 222, 223.

ROCHON (Alexis-Marie DE), 1741-1817, né à Brest, était prêtre aux environs de Nantes lorsqu'il fut nommé en 1766 astronome de la Marine. Il devint membre de l'Institut en 1795 et directeur de l'Observatoire de Brest en 1796. Il a perfectionné plusieurs instruments astronomiques. 80.

RODRIGUEZ (Don José), 1776-1821, fut officier de Marine. 87, 88.

RÖMER. 34, 36.

ROSSE (William PARSONS, Lord OXMANTOWN, Comte DE), 1800-1867, né à York, de la Société royale (1831), fut membre du Parlement (1821-1834) et pair d'Irlande (1845). Il a fait construire en 1844, dans son Observatoire à Parsonstown, un puissant télescope pour étudier principalement les nébuleuses. 92.

ROSSE (Laurence PARSONS, Comte DE), né le 17 novembre 1840, fils de W. Parsons, de la Société royale (1867), fait à Parsonstown des observations de planètes, de satellites, d'étoiles filantes, de nébuleuses.

ROWLAND (Henry-Augustin), correspondant de l'Institut (1893), est professeur à l'Université J. Hopkins, à Baltimore. 156.

ROY (William), né en Écosse, mort en 1790, de la Société royale (1767), devint général-major. 95.

RUTHERFURD (Lewis-Morris), 1816-1895, né à Morrisania (New York), était avocat (1838-1850). Il se fit élever à New York un Observatoire de Spectroscopie et de Photographie céleste. 186, 196.

SABINE (Sir Edward), 1788-1883, né à Dublin, de la Société royale (1818), correspondant de l'Institut (1875), devint général-major. Il a commencé en 1829 ses recherches sur le magnétisme terrestre. 128.

SAUSSURE (Horace-Benedict DE), 1740-1799, né à Genève, fut professeur de Philosophie naturelle à l'Université de Genève (1762-1786). Il a perfectionné plusieurs instruments météorologiques. 93, 131.

SAVARY (Félix), 1797-1841, né à Paris, fut astronome à l'Observatoire de Paris, membre du Bureau des Longitudes (1830) et de l'Institut (1832). Son Mémoire sur les orbites des étoiles doubles date de 1827. 117.

SCHAEBERLE (John-M.), entré en 1888 comme astronome à l'Observatoire Lick, s'est retiré en 1898 et voyage en Europe. Il a donné une théorie de la couronne solaire et une théorie sur l'origine des comètes. 118.

SCHEINER (Christoph), 1575-1650, né à Walda, près de Mindelheim (Souabe), père jésuite, fut professeur à l'Université de Fribourg-en-Brisgau. Il publia en 1612 qu'il avait vu à Ingolstadt des taches sur le Soleil à partir du 12 novembre 1611 ; alors Galilée déclara qu'il en avait aperçu 18 mois auparavant. 28, 127.

SCHIAPARELLI (Giovanni-Virginius), né à Savigliano (Piémont) le 14 mars 1835, docteur (1854), élève de l'Observatoire de Poulkova, correspondant de l'Institut (1879), est depuis 1862 directeur de l'Observatoire de Milan. 118, 122, 123, 133, 135-136.

SCHMIDT (Johann-Friedrich-Julius), 1826-1884, né à Eutin (grand-duché d'Oldenbourg), fut directeur de l'Observatoire d'Athènes (1858). Ajoutons qu'il a découvert des comètes et des petites planètes. 153, 195.

SCHRÖTER (Johann-Hieronymus), 1745-1816, né à Erfurt (Prusse), correspondant de l'Institut (1807), fut directeur de l'Observatoire de Göttingue. Les résultats de ses importantes observations ont été publiés en 1881. 84, 86, 91, 132, 134.

SCHUBERT (Friedrich-Theodor DE), 1758-1825, né à Helmstädt (Brunswick), de l'Académie de Saint-Pétersbourg (1786), conseiller d'État (1816), fut un savant astronome. 213.

SCHUBERT (Theodor-Friedrich DE), 1779-1865, né à Saint-Pétersbourg, fils de F.-T. de Schubert, de l'Académie de Saint-Pétersbourg (1827), devint général en 1845. 96, 159, 161, 162.

SCHÜBLER. Son Ouvrage a pour titre : *Untersuchungen über den Einfluss des Mondes auf die Veränderungen unserer Atmosphäre* (1830). 100.

SCHULHOF (Léopold), né à Baja (Hongrie) le 12 mars 1847, ancien assistant à l'Observatoire de Vienne (1871-1875), correspondant de l'Académie de Budapest (1878), lauréat de l'Institut (1878, 1891, 1893), est depuis 1875 calculateur au Bureau des Longitudes de Paris. Il a publié plusieurs calculs d'orbites de comètes et, dans le *Bulletin astronomique*, une Notice *Sur les étoiles filantes* (1894) et une autre *Sur les Comètes périodiques* (1898). 214.

SCHUMACHER (Heinrich-Christian), 1780-1850, né à Bramstedt (Holstein), fut professeur d'Astronomie à l'Université de Copenhague (1815). Ajoutons qu'il a fondé les *Astronomische Nachrichten* (1821). 91, 96.

SCHWABE (Samuel-Heinrich), 1789-1875, né à Dessau (Allemagne), fut pharmacien dans cette ville. 127, 128.

Scott (Robert-Henry), né à Dublin le 28 janvier 1833, est membre de la Société royale (1870). 180.

Secchi. La Notice la plus exacte sur Secchi a été publiée par le Père Carlo Bricarelli (*Memorie della pontificia Accademia dei Nuovi Lincei*, 1888). 122, 128, 134, 144-148, 151, 152, 153, 154.

Sédillot (Louis-Pierre-Eugène-Amélie), 1808-1875, né à Paris, agrégé (1831), devint en 1832 secrétaire du Collège de France et de l'École spéciale des Langues orientales vivantes. Il a fait des recherches relatives à l'histoire de l'Astronomie et des Mathématiques chez les Orientaux. 23.

Snellius ou Snell van Roijen (Willebrord), 1591-1626, né à Leyde, mesura la distance d'Alkmaar à Berg-op-Zoom et en déduisit une valeur de la longueur du degré. 33, 34.

Sniadecki (Jean-Baptiste), 1756-1830, né dans la province de Gnesen (Pologne), fut directeur de l'Observatoire de Wilna (1806). 19.

Sosigène. 11, 14.

Souillart (Cyrille-Joseph), 1828-1898, né à Bruay (Pas-de-Calais), normalien (1851), docteur (1865), lauréat de l'Institut (1883, 1886), devint en 1887 professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Lille. Il fut élu en 1897 correspondant de l'Institut. 211.

Spallanzani (Lazaro), 1729-1799, né à Scandiano (Modène), fut directeur du Musée de Pavie (1770). 184.

Spörer (Gustav-Friedrich-Wilhelm), 1822-1895, né à Berlin, fut professeur au gymnase d'Anclam (1849), puis astronome à l'Observatoire de Potsdam (1874-1894). Il fut lauréat de l'Institut (1885). 128.

Stéphan (Jean-Marie-Edouard), né à Saint-Pézenne (Deux-Sèvres) le 31 août 1837, normalien (1859), correspondant de l'Institut (1879), est directeur de l'Observatoire (1873) et professeur d'Astronomie à la Faculté des Sciences (1879) de Marseille. 166.

Stone (Edward-James), 1833-1897, né à Londres, de la Société royale (1866), fut astronome royal au Cap (1870), puis directeur de l'Observatoire Radcliffe, à Oxford (1879). Il fut lauréat de l'Institut (1881). Citons son *General Cape Catalogue* (for 1880) *of* 12441 *stars*. 119, 129, 133.

Struve (W.). 82, 92, 96, 117, 118, 119, 159, 160.

Struve (Otto-Wilhelm), né à Dorpat (Livonie) le 7 mai 1819, fils de W. Struve, de l'Académie de Saint-Pétersbourg (1856), correspondant de l'Institut (1865), devint en 1862 directeur de l'Observatoire de Poulkova. Il habite Carlsruhe (grand-duché de Bade) depuis quelques années. Parmi ses travaux, citons le Mémoire qu'il a publié en 1863 sur l'anneau de Saturne. 117, 118, 216.

STRUVE (Hermann), né à Poulkova le 3 octobre 1854, fils de O. Struve, docteur (1881), entra en 1877 à l'Observatoire de Poulkova. Il est depuis 1895 directeur de l'Observatoire et professeur à l'Université de Königsberg. 211.

STRUVE (Ludwig), né à Poulkova le 1er novembre 1858, fils de O. Struve, entra en 1880 à l'Observatoire de Poulkova. Il est depuis 1894 directeur de l'Observatoire de Kharkof (Petite-Russie).

SWAN (William), 1818-1894, né à Edimbourg, fut professeur de physique à l'Université de Saint-Andrews, en Écosse (1859-1880). 139, 211.

TACCHINI (Pietro) est né à Modène le 21 mars 1838. Ajoutons qu'il est docteur (1859), lauréat de l'Institut (1892) et qu'il fut directeur de l'Observatoire de Modène (1859), puis de Palerme (1863). 144, 146, 186.

TALBOT (William-Henry-Fox), 1800-1877, de la Société royale (1831), fut un riche propriétaire à Lacock Abbey, près de Chippenham (Wilts), où il est né, pense-t-on. 139.

TEMPEL (Ernst-Wilhelm-Leberecht), 1821-1889, né à Nieder-Cunersdorf, près de Lobau (Saxe), de parents pauvres, fut d'abord dessinateur lithographe à Marseille. Il découvrit à Venise une comète en 1859 et la nébuleuse des Pléiades; à l'Observatoire de Marseille de 1861 à 1870, 6 petites planètes et 10 comètes; à l'Observatoire de Milan 4 comètes en 1871. Devenu en 1875 directeur de l'Observatoire d'Arcetri, il fit de très beaux dessins des nébuleuses qu'il observait. Il fut lauréat de l'Institut (1861, 1881). 123.

TENNANT (James-Francis), né à Calcutta le 10 janvier 1829, de la Société royale (1869), participa à des travaux géodésiques dans l'Inde (1857-1860) et devint lieutenant-général (1884) du Génie. Il est en retraite et habite Londres. 142.

TERBY (François-Joseph-Charles), né à Louvain le 8 août 1846, de l'Académie de Bruxelles (1891), fut professeur de physique au Collège de Louvain. 135.

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE), 1804-1879, né au Vigan (Gard), polytechnicien (1822), de l'Institut (1861), fut ingénieur-hydrographe. 160.

THALÈN (Tobias-Robert), né à Köping (lan de Wæsteræs, Suède) le 28 décembre 1827, docteur (1854), correspondant de l'Académie de Stockholm (1868), fut de 1873 à 1896 professeur de physique à l'Université d'Upsal. Citons son Mémoire sur la *Détermination des longueurs d'onde des raies métalliques* (1868). 140.

Violle (Lucien-Jules-Gabriel), né à Langres le 16 novembre 1841, normalien (1861), docteur (1870), ancien professeur de physique à la Faculté des Sciences de Lyon (1879), est depuis 1884 maître de conférences à l'École Normale. Il a fait des mesures relatives à l'équivalent mécanique de la chaleur, au rayonnement de la lumière, et de 1894 à 1898 à la chaleur du Soleil. Il fut élu membre de l'Institut en 1897. 129.

Vogel (Hermann-Carl), né à Leipzig le 3 avril 1842, docteur (1870), fut directeur de l'Observatoire de Bothkamp, dans le Holstein (1870). Il est depuis 1882 directeur de l'Observatoire de Potsdam, où il était entré en 1874. Il obtint en 1891 un prix de l'Institut pour ses travaux de Spectroscopie. 130, 132, 151, 152, 156, 188.

Voiron, docteur, a publié une *Histoire de l'Astronomie de* 1781 *à* 1811. 89.

Walker (J.-T.), 1826-1896. 158.

Walker (Sears-Cook), 1805-1853, né à Wilmington (Massachusetts), docteur (1825), devint en 1845 astronome à l'Observatoire de Washington. Citons son Mémoire sur les *Elements of the planet Neptune* (1848). 121.

Wargentin (Pehr-Vilhelm), 1717-1783, né à Sunne-Prestgärd (Jemtland), secrétaire de l'Académie de Stockholm (1749), correspondant (1748), puis associé (1783) de l'Académie des Sciences, fut professeur de Philosophie naturelle à l'Université d'Upsal. Parmi ses écrits, citons : *Historisk Almanaker* (1749-1784); *On the variation of the magnetic needle* (1751). 176.

Waugh (Sir Andrew-Scott), 1810-1878, né à Madras (Indes anglaises), de la Société royale (1858), était entré en 1827 dans le corps des ingénieurs du Bengale. Il fut nommé général en 1861 et vint habiter Londres. 158.

Weber (Wilhelm-Eduard), 1804-1891, né à Wittenberg (Saxe), docteur (1826), de l'Académie de Berlin (1863), correspondant de l'Institut (1865), fut professeur de physique à l'Université de Göttingue. Gauss et Weber ont publié de 1837 à 1843 les résultats des observations de la Société magnétique. Weber a publié de 1846 à 1856 d'importantes recherches sur la détermination des forces électrodynamiques. 218-219, 271.

Wells (C.-S.) était à l'Observatoire Dudley, à Albany (New York), lorsqu'il découvrit une comète le 17 mars 1882. 154.

Wells (William-Charles), 1757-1817, né à Charlestown (Caroline du Sud), devint en 1795 chirurgien de l'hôpital Saint-Thomas à Londres, où il habitait depuis 1785. 101.

YOUNG (Charles-Augustus), né à Hanovre (New Hampshire) le 15 décembre 1834, de l'Académie de Boston, lauréat de l'Institut (1890), est depuis 1877 directeur de l'Observatoire du Collège de Princeton (New Jersey). Il a publié *The Sun* (1881), traduit en français (1883). 151, 156.

YOUNG (Thomas), 1773-1829, né à Milverton (Somerset), docteur (1795), fut médecin à Londres (1800-1818), secrétaire de la Société royale (1818), correspondant (1818), puis associé (1827) de l'Institut. Il fit d'importantes recherches sur les phénomènes des interférences. 125.

ZACH (Franz-Xaver VON), 1754-1832, né à Presbourg (Hongrie), docteur, fut de 1787 à 1806 directeur de l'Observatoire du mont Seeberg, près de Gotha. Il devint en 1805 correspondant de l'Institut. Ensuite, il suivit, en qualité de gouverneur général, la cour de la duchesse douairière de Hollande en Italie et à Paris. 70, 85, 259.

ZANTEDESCHI (Francesco), 1797-1873, né à Dolce (Vérone), fut professeur de physique à l'Université de Padoue. 139.

ZÖLLNER (Johann-Carl-Friedrich), 1834-1882, né à Berlin, devint professeur d'Astronomie physique à l'Université de Leipzig (1872). Il a publié en 1882 l'Ouvrage où il propose de modifier la loi de l'attraction universelle d'après les travaux de Weber et de Mossotti. Les idées de MOSSOTTI (1791-1863), né à Novare, sont exposées dans son Mémoire *Sur les forces qui régissent la constitution intérieure des corps* (1836). 128, 152, 156, 219.

ZUCCHI. 244.

FEMMES ASTRONOMES.

Nous avons rédigé les renseignements que contient la Liste alphabétique suivante en consultant l'intéressant Ouvrage de notre ami M. A. Rebière : *Les Femmes dans la Science* (1897).

Voir dans le *Dictionnaire* C. Herschel, S. Kowalevski, Lady Huggins et Miss D. Klumpke.

AGANICE, fille d'un Sésostris, la plus ancienne astronome sachant prédire les éclipses, persuadait au peuple qu'elle avait le pouvoir d'obscurcir les astres.

Gabrielle-Émilie LE TONNELIER DE BRETEUIL, marquise DU CHASTELLET, 1706-1749, née à Paris, s'est rendue célèbre en traduisant le Livre des *Principes* de Newton, et en rédigeant un *Commentaire analytique* des principales théories qu'il contient.

Miss Agnès-Mary CLERKE, née dans le sud de l'Irlande, occupe un rang distingué parmi les vulgarisateurs de l'Astronomie. Son principal Ouvrage est *A Popular History of Astronomy during the nineteenth century* (1885). — Sa sœur Miss Ellen CLERKE a écrit sur Jupiter et Vénus.

Maria CUNITZ, née en Silésie vers 1610, a publié des Tables astronomiques intitulées *Urania Propitia* (1650).

Jeanne DUMÉE, morte en 1706 à Paris où elle habitait, a composé un Ouvrage, *Entretiens sur l'opinion de Copernic touchant la mobilité de la Terre* (1680), qui existe en manuscrit à la Bibliothèque nationale.

Louise-Élisabeth-Félicité DUPIERRY, née en 1746 à la Ferté-Bernard (Maine), est la première femme ayant professé l'Astronomie à Paris.

Miss Ellen HAYES, maîtresse de mathématiques au Collège de Wellesley (Virginie), a déterminé vers 1892 l'orbite d'une petite planète.

HYPATIE, née à Alexandrie vers 375, fille du mathématicien Théon, a écrit un commentaire de l'Œuvre de Ptolémée, les résultats d'observations d'éclipses, etc.

Marie-Margarethe KIRCH, 1670-1720, née à Panitz (Haute-Saxe), fut la seconde femme de Gottfried KIRCH (1639-1710), astronome à Leipzig, puis à Berlin. Elle a publié des Traités sur les conjonctions des astres (1709, 1711).

Marie-Jeanne-Amélie HARLAY, née en 1768, épouse de M.-J.-J. LE FRANÇOIS DE LA LANDE, est l'auteur de *Tables horaires pour la Marine*, insérées dans l'*Abrégé de Navigation* (1793) de son oncle J.-J. de La Lande.

Miss Alice LAMB, astronome à l'Observatoire de Vashburn (États-Unis), fait des observations méridiennes et étudie le mouvement des étoiles polaires.

Hortense LEPAUTE, 1723-1788, née à Paris, épouse de l'habile horlogei Lepaute, a calculé la comète Halley et a longtemps travaillé aux *Éphémérides* de l'Académie : presque tout le XVIIIe volume (1783) lui est dû.

Theresa et Maddalena MANFREDI ont aidé leur frère Eustachio MANFREDI (1674-1739), professeur d'Astronomie à Bologne, dans la rédaction des *Novissimæ Ephemerides* de Bologne (1725).

Miss MAURY, a, la première, constaté en 1890, à l'Observatoire du *Harvard College,* le dédoublement de certaines raies spectrales dans une étoile.

Maria MITCHELL, 1818-1889, née dans l'île de Nantucket, fut directrice de l'Observatoire de *Vassar College* et professeur d'Astronomie à Lynn (Massachusetts). Elle s'est occupée de Saturne et a découvert une comète (1847).

Mme PIAZZI-SMYTH étudie les raies telluriques avec le spectroscope. Son mari, M. PIAZZI-SMYTH (Charles), né à Naples le 3 janvier 1819, est directeur de l'Observatoire d'Edimbourg.

Mary SOMERVILLE, 1780-1872, née à Burntisland (Écosse), fille de l'amiral Fairfax, est l'auteur d'un Ouvrage rédigé d'après Laplace et intitulé *Mechanism of the Heavens* (1831).

CHRONOLOGIE DES PEUPLES ANCIENS.

Les renseignements suivants sont dus à notre collègue M. L. Drapeyron, fondateur et secrétaire général de la *Société de Topographie de France* (1876), fondateur et directeur de la *Revue de Géographie* (1877). — *Voir* page 95.

Les CHALDÉENS ont précédé toutes les autres nations pour les observations astronomiques. D'après Diodore de Sicile, ils comptaient 433 000 années d'observations astronomiques que Bérose réduit modestement à 150 000 ! Ces nombres sont de nulle valeur en histoire; cependant ils montrent la grande antiquité de ces observations. La date terminale de la Chaldée, 538 av. J.-C., est l'année de la prise de Babylone par Cyrus.

L'ère historique des ÉGYPTIENS, d'après Mariette-Bey, commence au règne de Ménès, le premier des Pharaons, 5004 av. J.-C. C'est vers 4235 av. J.-C. que les Pharaons Khéops, Khêphren et Mykérinos élevèrent les grandes pyramides qui portent leurs noms. L'ère égyptienne s'achève en 525 av. J.-C., lors de l'invasion de Cambyse.

Les PHÉNICIENS, d'après Mariette-Bey, remontent à la XVIIIe dynastie égyp-

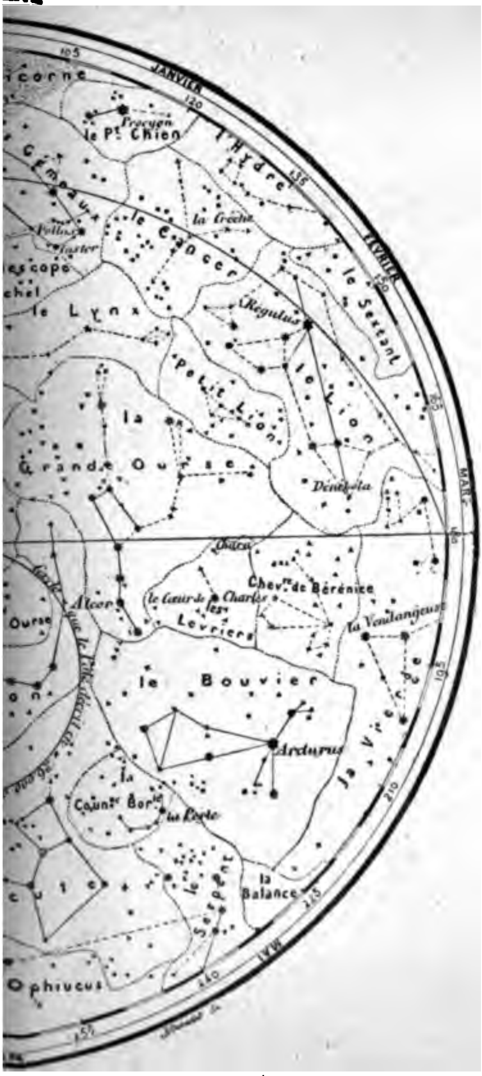
tienne ou à 1703 av. J.-C. Leur période s'achève à la ruine de Tyr par Nabuchodonosor II, en 572 av. J.-C.

Les Grecs débutent avec Cécrops, venu d'Egypte en Attique, en 1580 av. J.-C., et leur ère se termine quand les Romains, destructeurs de Corinthe, les soumettent à leur joug, en 146 av. J.-C.

Les Romains étendirent leur domination proprement dite de 753 av. J.-C. à 395 après J.-C. On peut regarder comme continuant la période romaine l'Empire occidental, qui s'étend de 395 à 476.

La période des Arabes commença en 622 (année de l'Hégire). L'Astronomie fut cultivée surtout à Bagdad, capitale des califes, fondée en 762 et prise en 1258 par Houlagou-Il-Khan.

EAL


JANVIER
FÉVRIER
MARS
MAI
Procyon
le Pt. Chien
l'Hydre
les Gémeaux
la Crèche
Pollux
Castor
le Cancer
le Sextant
le Lynx
Régulus
Petit Lion
le Lion
la Grande Ourse
Denebola
Chev. de Bérénice
Alcor
le Cœur de Charles
les Lévriers
la Vendangeuse
la Vierge
le Bouvier
Arcturus
la Coun. Bor.
la Perle
le Serpent
la Balance
Ophiucus

INDEX ANALYTIQUE

DES PRINCIPALES MATIÈRES.

TABLE DES PORTRAITS

TABLE DES MATIÈRES.

PÉRIODE CONTEMPORAINE.

DICTIONNAIRE BIOGRAPHIQUE ET BIBLIOGRAPHIQUE.

6361 — Paris. Imprimerie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.